

00381  
5



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**FACULTAD DE CIENCIAS**

PALEOCEANOGRAFIA RECIENTE DE ALTA RESOLUCION  
DE LOS MARES DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
**DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

**P R E S E N T A :**

**ROCIO DE GUADALUPE BERNAL RAMIREZ**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS: DR. ADOLFO MOLINA CRUZ

MEXICO, D. F.

MAYO 2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**

---

"Los descubrimientos se hacen a menudo cuando no se siguen instrucciones, cuando se sale del camino trillado, cuando se intenta lo que no se había intentado"

Frank Tyger.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Este trabajo se llevo acabo bajo la dirección del Dr. Adolfo Molina Cruz, en el Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

---

A mis tres pingos:

*CÉSAR ADRIÁN,*

*IVÁN ALEJANDRO,*

*y DIEGO ARTURO.*

Que son la alegría de mi vida y me brindan momentos llenos de fantasía.

A mi esposo *ALEJANDRO GRANADOS BARBA*  
por su cariño, apoyo, compañía y por su gran  
afán por que se finalicen metas académicas.

A mi *madre* y a mi *suegra* por ser  
un ejemplo de lucha constante ante  
las adversidades de la vida.

Les dedico esta tesis con mucho cariño.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo <sup>receptacional</sup>

NOMBRE: *Angie de Guadalupe*

*Bernal Ramírez*

FECHA: *24 Julio 03*

FIRMA: *Angie Bernal Ramírez*

---

c

---

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, por permitirme formar parte de ella.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), por la beca otorgada para la realización del doctorado.

Deseo expresar un especial y muy sincero agradecimiento al Dr. Adolfo Molina Cruz, director de esta tesis, por enseñarme el maravilloso mundo de los radiolarios y la oceanografía, por sus consejos académicos, por su confianza, amistad y apoyo brindado durante estos 12 años permitiéndome formar parte del Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

A la Dra Ma. Adela Monreal y al Dr. Juan Carlos Herguera por todas las sugerencias y discusiones durante tantos tutoriales para enriquecer este trabajo. A los doctores: Arturo Carranza Edwards, Margarita E. Caballero Miranda, Ma. Luisa Machain Castillo y David A. Salas de León, por la revisión y todas las sugerencias que realizaron al manuscrito.

A la Dra. Vivianne Solís por el apoyo constante e incondicional a mi familia, así como por sus consejos académicos, mil gracias.

Al Sr. Alejandro Pineda por la amistad, enseñanzas y asesoría en los métodos para la obtención de placas micropaleontológicas.

A Alejandro Granados Barba por el gran esfuerzo para que esta familia no tenga carencias, por su constante ayuda académica, por recordarme día a día que tenía algo pendiente que terminar y por nuestros tres pequeños diablillos.

A Ignacio Palomar Morales y Rocío Tafoya por todas las facilidades brindadas para la impresión de la tesis.

A Ma. De Lourdes Vázquez D., Araceli Caudillo B. y Delfina Rodríguez V., por compartir juntas tantos amaneceres en el mar y salidas enriquecedoras al campo, por todas esas horas de laboratorio, por sus palabras de ánimo, por su amistad, alegría y apoyo. Gracias.

A los compañeros del Laboratorio de Ecología Costera y Anexas por convivir conmigo todo este tiempo: Lalo, Carmen Álvarez, Pablo, Laura Chokis, Víctor (cacho), Margarita, Jorge Romero "Bigos", Marú, Chucho, Carmen Espinosa, Leo y Ana, Sarita, Alma, Carmen Hernández, Chabelita, Chaló y Brisia, Ángeles y los que me faltaron.

A mis papas Guillermo y Petrita por sus palabras de apoyo, por enseñarme a luchar por mis ideales, por su ejemplo de permanecer juntos a pesar de sus diferencias, por quererme, y por tantas cosas más que no terminaría de escribir mil gracias.

A mi suegra Elvira E. Barba D. por su constante apoyo, por querer y cuidar tanto a mis hijos, por sus cuidados, por su ejemplo de Dar sin esperar a recibir, por sus consejos y muchas cosas más, muchísimas gracias. Estaré siempre en deuda con ud.

A mis cuñadas Elvira, Meche, y Ángela, a mis hermanas(o) Celina, Araceli, Belinda y Rafael, a mis sobrinas y sobrinos, a mis concuños Raúl y Daniel y a mi cuñado Fernando, gracias por cuidar de mis hijos y permitirme concluir este trabajo. Estoy en deuda con uds.

---

---

A la familia Granados Barba por dejarme convivir con ellos todos estos años. Gracias por el apoyo y los buenos consejos.

Al personal y tripulación del B/O El Puma por su colaboración en la obtención de muestras.

A todas las personas que directa o indirectamente colaboraron durante el desarrollo de este trabajo y no las mencione encuentren aquí mi agradecimiento.

---

E

---

---

## CONTENIDO

### RESUMEN

	Página
Capítulo I.- INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
ANTECEDENTES	4
Capítulo II.- GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
LOCALIZACIÓN	6
BATIMETRÍA	7
SEDIMENTOS	8
MARCO CLIMÁTICO	13
Capítulo III.- GENERALIDADES OCEANOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	15
MASAS DE AGUA	15
Agua Subártica	15
Agua Subtropical Subsuperficial	16
Agua Intermedia del Pacífico Norte	17
Agua Intermedia del Pacífico	17
Agua Profunda del Pacífico	17
Agua Ecuatorial	18
Agua Tropical	19
Agua del Golfo de California	20
FRENTE	21
CIRCULACIÓN GENERAL	22
Sistema de la Corriente de California	23
Corriente de California	23
Contracorriente de California	25
Corriente subsuperficial de California	26
Corriente Mexicana	26
Corriente Norecuatorial	28
Circulación del Golfo de California	28
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CIRCULACIÓN	30
Capítulo IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
COLECTA	33
MUESTREO DE SEDIMENTOS LAMINADOS	33
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS	34
ANÁLISIS MICROPALAEONTOLÓGICO	34
ANÁLISIS DE DATOS	35
Abundancia Absoluta	35
Abundancia Relativa	35
Densidad	36
Análisis de Factores	37
Cronología	39
Series de Tiempo	40

---

---



---

Capítulo V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	Página
CUENCA SAN LÁZARO	41
DEPRESIÓN DE LA PAZ	41
EL CARMEN	50
PALEOCEANOGRAFÍA PARA LOS SIGLOS XIX Y XX	55
VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	58
Capítulo VI.- CONCLUSIONES	64
LITERATURA CITADA	66
SISTEMÁTICA	69
LISTADO FAUNÍSTICO	83
LÁMINAS FOTOGRÁFICAS	
LÁMINA 1 CUENCA SAN LÁZARO	
LÁMINA 2 DEPRESIÓN DE LA PAZ	
LÁMINA 3 EL CARMEN	

#### ANEXOS

- I) Datos por núcleo de Abundancia, Cronología y Sedimentos.
- II) Frecuencias y Abundancias obtenidas en la Cuenca San Lázaro.
- III) Frecuencias y Abundancias obtenidas en La Paz.
- IV) Frecuencias y Abundancias obtenidas en El Carmen.
- V) Distribución de las abundancias relativas, de las especies afines a cada factor en la Cuenca San Lázaro.
- VI) Distribución de las abundancias relativas, de las especies afines a cada factor en la Depresión de La Paz.
- VII) Distribución de las abundancias relativas, de las especies afines a cada factor en EL Carmen.
- VIII) Espectros de Potencia en la Cuenca San Lázaro.
- IX) Espectros de Potencia en El Carmen.

#### LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.- Eigenvalores y Varianza obtenidos en el análisis de Factores del núcleo San Lázaro.
  - Tabla 2.- Eigenvalores y Varianza obtenidos en el análisis de Factores del núcleo Bap94-9T
  - Tabla 3.- Eigenvalores y Varianza obtenidos en el análisis de Factores del núcleo Bap94-EL-NC
  - Tabla 4.- Periodicidades obtenidas en el análisis de la Transformada de Fourier.
-

---

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.- Localización del área de estudio
- Figura 2.- Batimetría del área de estudio.
- Figura 3.- Distribución de los sedimentos en el área de estudio.
- Figura 4.- Aporte de sedimentos.
- Figura 5.- Condiciones Climáticas del Pacífico Tropical Nororiental y de la Costa Occidental de América del Norte.
- Figura 6.- Patrón estacional de vientos y surgencias en el Golfo de California.
- Figura 7.- Masas de agua y Frentes oceánicos en el Pacífico Tropical Oriental y en el Golfo de California.
- Figura 8.- Distribución de las masas de agua en el Golfo de California.
- Figura 9.- Circulación general en el Pacífico Tropical Nororiental y en el Golfo de California.
- Figura 10.- Variaciones estacionales en la circulación general.
- Figura 11.- Distribución de los factores 1,2 y 3 en la Cuenca San Lázaro.
- Figura 12.- Distribución de los factores 3, 4 y 5 en la Cuenca San Lázaro.
- Figura 13.- Afinidad de las especies en los factores 1,2 y 3 en la Cuenca San Lázaro.
- Figura 14.- Afinidad de las especies en los factores 4,5 y 6 en la Cuenca San Lázaro.
- Figura 15.- Períodos oceanográficos en la Cuenca San Lázaro.
- Figura 16.- Variación de la radiación solar durante tres milenios con base en los registros de los isótopos cosmogénicos  $^{10}\text{Be}$  y  $^{14}\text{C}$ .
- Figura 17.- Distribución de los factores en el núcleo Bap94-9T (Depresión de la Paz).
- Figura 18.- Afinidad de las especies por cada factor en el núcleo Bap94-9T (Depresión de la Paz).
- Figura 19.- Períodos oceanográficos en la Depresión de la Paz.
- Figura 20.- Distribución del Material mayor a  $40\mu$  y Densidad en la Depresión de la Paz.
- Figura 21.- Distribución de los factores en el núcleo Bap94-El-NC (El Carmen).
- Figura 22.- Afinidad de las especies por cada factor en el núcleo Bap94-El-NC (El Carmen).
- Figura 23.- Períodos oceanográficos en El Carmen.
-

---

Figura 24.- Distribución del Material mayor a  $40\mu$  y la Densidad en EL Carmen.

Figura 25.- Correlación de los tres registros estudiados en los cuales se observan dos eventos uno frío análogo a la pequeña edad de hielo y uno cálido análogo al calentamiento global.

Figura 26.-Marco Paleoc oceanográfico en el área de estudio durante los períodos 1690-1799, 1800-1863, 1864-1900 y 1901-1935.

Figura 27.-Últimos 200 años de los tres registros estudiados. B,C,D,E,F y G eventos paleoc oceanográficos.

Figura 28.-Marco Paleoc oceanográfico en el área de estudio durante los períodos 1935-1960, 1961-1983, 1984-1993.

Figura 29.- a)Temperatura global con un error estándar ( $\pm 1$ ) en una serie de tiempo decadal, datos superficiales atmosféricos. b) Series de tiempo de varias temperaturas globales estimadas (corridas en promedio de 5 años) con datos de temperatura superficial oceánica.

Figura 30.- Fase fría y fase cálida de la Oscilación Decadal del Pacífico e Índice de la Oscilación Decadal del Pacífico.

## Resumen

Este estudio tiene como finalidad reconstruir, mediante el análisis de sedimentos laminados y la presencia de radiolarios, el marco oceanográfico que prevaleció en el Pacífico Nororiental mexicano y Golfo de California durante el siglo XIX y finales del XX. El trabajo incluyó el muestreo de 5 núcleos recolectados en tres localidades: La cuenca San Lázaro, ubicada en el Pacífico Nororiental mexicano, y la depresión de La Paz y El Carmen que se ubican dentro del Golfo de California. En la primera localidad se recolectaron 3 núcleos mientras que en las otras dos solo se recolectó uno. El análisis isotópico con  $Pb^{210}$  de cada núcleo permitió la obtención de tres registros cronoestratigráficos uno para cada localidad considerada. Con base en el análisis micropaleontológico y el de Factores, se identificaron 8 asociaciones de radiolarios que definen las masas de agua en las localidades estudiadas: *Subártica, Ecuatorial, Subtropical Subsuperficial, Intermedias, Subártica Transicional, Transicional del Golfo de California y la del Golfo de California*, así como condiciones de frente oceánico. Los resultados obtenidos definieron dos periodos en la cuenca San Lázaro, uno frío que inicia a finales del siglo XVIII (1765) y finaliza a mediados del siglo XIX (1863), y uno cálido que comienza al finalizar el anterior y termina en 1995. En la Depresión de La Paz se definieron 4 periodos, uno cálido que inicia en 1176 y finaliza en 1592, dos de transición durante 1593–1690 y 1860–1993 y uno frío entre 1690 y 1852. En El Carmen se identificaron 3 periodos, uno frío entre 1690–1755, uno transicional durante 1756 a 1877 y uno cálido a partir de 1878 hasta 1993. Correlacionando los tres registros se observa un período Frío hasta mediados del siglo XIX, el cual concuerda con el evento climático denominado “La Pequeña Edad del Hielo”, y un período cálido a partir de 1860. El núcleo de la Depresión de la Paz, obtuvo el mayor registro cronoestratigráfico identificándose en él solamente, un período cálido muy prolongado, correlacionado Cronológicamente con el Calentamiento Medieval. Para el siglo XIX y finales del XX se estableció un marco oceanográfico observándose cinco periodos de los cuales, dos se consideran como cálidos (1901–1935 y 1983–1993) uno con mayor influencia de la corriente de California (1961–1983) y dos de convergencia entre las masas de *agua Ecuatorial y Subártica* (1865–1900, 1935–1960). La variabilidad climática-oceanográfica en el área de estudio registra periodicidades importantes de 20–30 años, de 11 años y de 2–8 años, las cuales concuerdan con varios eventos atmosféricos, oceánicos y solares.

---

---

## Capítulo I

### INTRODUCCIÓN

Las variaciones climáticas globales, han ocurrido de manera constante desde que la atmósfera terrestre se formó (Ortega, 1994); sin embargo, su relación con procesos oceanográficos ha sido un tema de interés a partir de mediados del siglo XX (Namias, 1959; Bjerknes, 1966 a,b; Barnett *et al.*, 2001). Para tratar de explicar la historia de estas variaciones, son útiles las reconstrucciones paleoclimáticas o paleoceanográficas a diferentes escalas de tiempo. Una de las estrategias de estudio de la paleoceanografía de alta resolución es la utilización de sedimentos laminados ya que con ello se puede conformar un marco oceanográfico del área a estudiar y, potencialmente, se puede obtener información micropaleontológica, así como paleoclimática (Thunell *et al.*, 1993; Weinheimer y Cayan, 1997).

Los sedimentos laminados se caracterizan por estar finamente estratificados, formarse en condiciones anóxicas y estar constituidos por ópalo biogénico en el que se encuentran diatomeas, silicoflagelados y radiolarios grupos que son frecuentes, abundantes y diversos en el plancton marino (Calvet, 1964; Donegan y Schrader, 1982; Schrader *et al.*, 1986). Los radiolarios destacan por su sensibilidad a variaciones de temperatura, salinidad, profundidad y contenido de nutrientes (De Wever *et al.*, 1994; Weinheimer y Cayan, 1997). Datos obtenidos de la columna de agua así como del sedimento, muestran que su distribución geográfica se encuentra vinculada con las masas de agua y la hidrografía de la región (Molina Cruz y Martínez López, 1994; Molina Cruz *et al.*, 1999), por lo que se han utilizado como herramienta para definir condiciones paleoceanográficas y/o paleoclimáticas, así como relaciones paleoecológicas y micropaleontológicas (Anderson, 1983; Molina Cruz *et al.*, 1999; Weinheimer y Cayan, 1997; Itaki, 2003).

La región Norte del Pacífico Mexicano y el Golfo de California han sido estudiadas desde principios del siglo pasado; sin embargo, el interés por conocer su historia

---

oceanográfica y climática continúa vigente (Herbert *et al.*, 2001; Bernal *et al.*, 2001). Las aguas que bañan la costa oeste de Baja California además de formar parte del Sistema Ecuatorial, son parte del ramal Oriental del Giro Subtropical del Pacífico Norte, el cual representa un papel importante en la distribución de energía, nutrientes y fauna en el Hemisferio Norte (Badan, 1997).

El Golfo de California, a pesar de tener su propia dinámica, está en contacto con la del Océano Pacífico a través de su boca por lo que este trabajo plantea evidenciar y reconocer eventos climático-oceanográficos que puedan reflejarse en ambas regiones, estudiando para ello localidades dentro y fuera del Golfo de California: La Cuenca San Lázaro, en el Pacífico Mexicano, El Carmen, situada casi en la región central del golfo, y la Depresión de La Paz localizada muy cerca de la boca.

La Cuenca San Lázaro se encuentra entre el límite de confluencia de las masas de *agua Ecuatorial y Subártica*, motivo por el que algunos autores (Vélez Muñoz, 1981; Gómez y Vélez, 1982) la han considerado como una zona transicional. Esta cuenca, al encontrarse bajo la influencia constante del Sistema de la Corriente de California, podría proporcionar información sobre la variación temporal de este último y del sistema Ecuatorial.

La Depresión de La Paz también es una región de confluencia masas de agua, pero en este caso, entre las aguas *Ecuatorial y del Golfo de California*. El estudio paleoceanográfico de esta depresión puede proporcionar información sobre como han variado a través del tiempo las masas de agua en el punto de comunicación del Golfo de California con el Océano Pacífico. Por su parte, la región de El Carmen en una zona de alta productividad por el efecto de surgencia de agua, generada por ubicarse entre dos giros que al combinar sus efectos alejan el agua de la costa para dar paso al agua del fondo (Fernández Barajas *et al.*, 1994). Es importante considerar el estudio de esta región porque a través de ella puede saberse si eventos climáticos y/u oceanográficos detectados en el Océano Pacífico se ven reflejados en el Golfo de California.

Este tipo de estudios adquieren relevancia debido a que a través del manejo e interpretación de datos micropaleontológicos, se puede inferir la afinidad con algún factor relacionado con los parámetros bióticos o abióticos, ayudando a describir el sistema y, aunque la estrategia metodológica usando las asociaciones de radiolarios para definir masas de agua ha sido utilizada en México (Molina Cruz, 1986; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986; Molina Cruz y Martínez López, 1993; Bernal Ramírez, 1993; Caudillo Bohórquez, 1996), este estudio es el primero en su tipo ya que establece un marco paleoceanográfico para los siglos XIX y XX, utilizando una escala de tiempo interdecadal.

## **OBJETIVOS**

El objetivo principal de este estudio es contribuir a la reconstrucción climático-oceanográfica del Pacífico Nororiental en costas Mexicanas, a través de las variaciones en las asociaciones de radiolarios durante los siglos XIX y XX. Para lo cual se pretende:

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1) Analizar micropaleontológicamente, con una resolución promedio de tres años, las fluctuaciones de las asociaciones de radiolarios policistinos que han ocurrido en los últimos 200 años en tres localidades: Cuenca de San Lázaro, Depresión de La Paz y El Carmen, ubicadas en Baja California Sur, México.
- 2) Correlacionar los registros micropaleontológicos de las tres regiones.
- 3) Identificar eventos que han modificado las condiciones climático-oceanográficas en el área de estudio, durante los últimos doscientos años.
- 4) Definir si existe alguna sincronía climática-oceanográfica, entre las tres regiones antes mencionadas.

## ANTECEDENTES

Los primeros trabajos realizados en sedimentos laminados del Pacífico Nororiental fueron en las cuencas de Santa Mónica y Santa Bárbara en las costas de Estados Unidos. Algunos de estos trabajos proponen la utilización de diferentes tipos de isótopos para fechar los sedimentos, mientras que otros tratan de explicar el origen de este tipo de sedimentos en ambas cuencas. En cuanto a su composición biológica, se han estudiado foraminíferos, diatomeas, radiolarios meiofauna, polen y escamas de peces con la finalidad de explicar eventos climáticos a diferentes resoluciones. Uno de ellos es el de Fisher (1990), quién realiza una recopilación bibliográfica y un inventario de los sedimentos laminados registrados a nivel mundial.

Los primeros trabajos realizados en aguas mexicanas han sido los de Revelle (1939) y Calvert (1964) dentro del Golfo de California, en ellos se reportó la presencia de pequeñas capas claras y oscuras. Más tarde Revelle (1950), Byrne (1957) y Bumgartner *et al.* (1991a), proponen el posible mecanismo de formación y conservación de estas laminaciones en el golfo. Donegan y Schrader (1982), mencionan que las laminaciones claras están constituidas por un 90 % de fústulas de diatomeas, mientras que las láminas oscuras contienen mayor proporción de material terrígeno, principalmente arcillas de tamaño  $<4 \mu$ .

Estudios actuales han tratado de establecer una cronología en este tipo de sedimentos (Bumgartner *et al.*, 1991b). Schrader y Baumgartner (1983), Baumgartner *et al.* (1985) y Schrader *et al.* (1986), han documentado cambios oceanográficos a diferentes resoluciones (1, 10 y 100 años) con base en la abundancia de silicoflagelados.

La Cuenca San Lázaro cuenta con pocos estudios dentro de los cuales esta el de D'Anglejan (1966), que menciona la distribución de fosforita y el de Koide *et al.* (1980), que registran la presencia de sedimentos laminados. Recientemente se han



realizado muestreos con el fin de estudiar micropaleontológicamente los sedimentos laminados; Olivier (1998), utiliza la abundancia de los foraminíferos planctónicos, para reconstruir las condiciones de temperatura en períodos anteriores al registro instrumental y Esparza Álvarez (1999), señala la respuesta que tienen las diatomeas al forzamiento físico a escalas interdecadales e interanuales.

Para la región de la depresión de La Paz se cuenta con un trabajo realizado por Bernal *et al.* (2001), quienes analizan la relación clima-océano a de la región sur del Golfo de California comparándola con la variabilidad física del Océano Pacífico utilizando una escala interanual-decadal.

## Capítulo II

### GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### LOCALIZACIÓN

El área de estudio se ubica entre los 24° 00'–27° 00' N y los 110° 00'–113° 00' O. Comprende tres regiones de condiciones climáticas, batimétricas, oceanográficas y fisicoquímicas particulares, que han permitido el desarrollo de sedimentos laminados (Baumgartner *et al.*, 1985; DeMaster, 1987; Casey *et al.*, 1989; Baumgartner *et al.*, 1992) (Fig.1).

La primera de ellas es la cuenca San Lázaro, localizada en la región oeste de la Península de Baja California, entre los 112° 30'–113° 00' O y los 25° 00'–25° 20' N. Las otras dos regiones se localizan dentro del Golfo de California, el cual es una cuenca estrecha; aproximadamente rectangular de 1,500 km de largo por 150 km de ancho. Se localiza al Noroeste de México entre los 23° 00' y 32° 00' N y los 107° 00' a 117° 00' O. Esta limitado al Este por la planicie costera de los estados de Sonora y Sinaloa, que corre paralela a la Sierra Madre Occidental y al Oeste por la Península de Baja California, la cual es un terreno elevado e inclinado hacia el Este.

El Golfo de California, se divide batimétricamente en dos porciones, la Norte y la Sur, por una repentina constricción en su forma debido a la presencia de dos grandes islas (Ángel de la Guarda y Tiburón) y por un cambio de pendiente en el piso oceánico. En su interior, se encuentran una serie de fallas y fracturas producto de la prolongación hacia el Norte de la dorsal Pacífica Este, además de grandes depresiones como son al Norte la Cuenca del Delfin y al Sur las Cuencas Sal Si Puedes, Tiburón, San Pedro Mártir, Guaymas, Carmen, Farallón, Pescadero y Mazatlán.

TESIS-CON  
FALLA DE ORIGEN

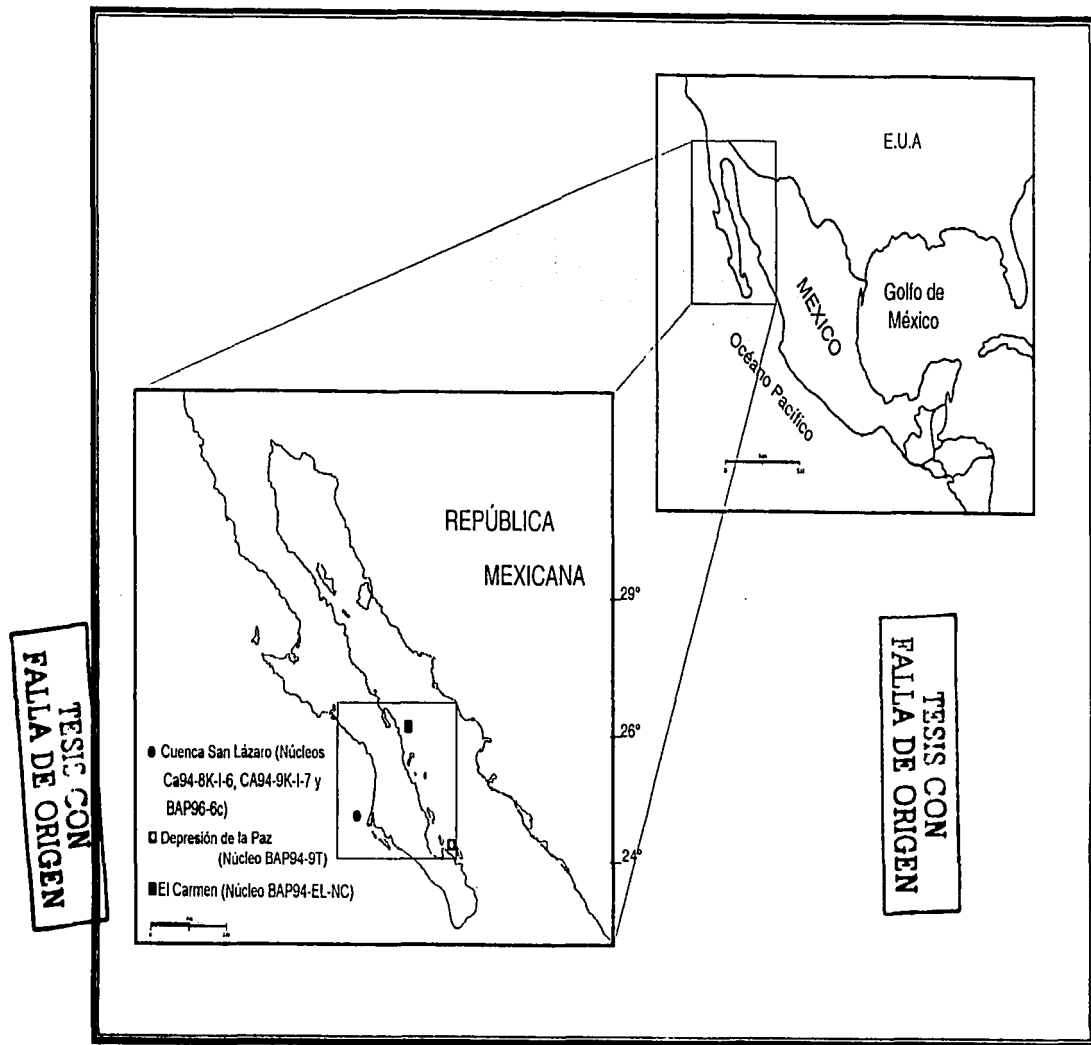


Figura 1.- Localización del área de estudio

GA

La Depresión de la Paz, se ubica al este de la Península de Baja California entre las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, entre los  $110^{\circ} 00' - 110^{\circ} 20' O$  y los  $24^{\circ} 15' - 24^{\circ} 40' N$ , su tamaño entre las isobatas de 600 y 700 m, es aproximadamente de 60 km de largo, 30 km de ancho y más de 600 m de profundidad. La tercera región considerada se ubica al noroeste de la cuenca del Carmen, frente a Punta Pulpito, entre los  $111^{\circ} 10' - 111^{\circ} 20' O$  y los  $26^{\circ} 25' - 26^{\circ} 30' N$ , ha sido denominada en este estudio como El Carmen por encontrarse cerca de la Cuenca del mismo nombre.

#### BATIMETRÍA

Las costas de Baja California Sur, entre los  $24^{\circ} 00'$  y  $27^{\circ} 00'$  de latitud N, presentan hacia el Océano Pacífico una plataforma continental ancha (100 km) en su parte central y angosta (20 km) hacia el Norte y Sur, para posteriormente caer en un talud que finaliza a los 3500 m de profundidad. La planicie oceánica presenta un relieve irregular formado por una serie de depresiones y elevaciones submarinas. Entre las islas más grandes de esta porción se encuentran Isla Margarita e Isla Magdalena. Bahía Ballenas, Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio también quedan incluidas entre estas latitudes. Hacia el Golfo de California la plataforma continental es muy angosta, la máxima anchura se encuentra entre los 5 y 10 km, para continuar con una pendiente que termina en las grandes depresiones centrales. Entre estas dos latitudes se localizan las depresiones del Carmen, Farallón y la parte Norte de Pescadero, las bahías de Santa Inés, Concepción, San Nicolás, San Juanico, Coyote, de La Paz y La Ventana, Los Canales de San José y Cerralvo, así como una serie de Islas entre las que están la del Carmen, Monserrat, Santa Catalina, Santa Cruz, Roca Partida, San José, Espíritu Santo y Cerralvo. (SPP, 1982).

La Depresión de La Paz se encuentra protegida por la isla Cerralvo hacia el Sureste, por la Península de Baja California al Suroeste y por la Isla Espíritu Santo al Oeste, dejando hacia el Sur una entrada angosta (10 km) conocida como Canal Cerralvo, por donde se lleva a cabo el intercambio de agua con la boca del golfo; esta entrada no alcanza profundidades mayores a los 200 m. La profundidad máxima reportada en la Carta Batimétrica, es aproximadamente de 640 m (SSP, 1982), sin embargo el núcleo

recuperado en esta región, se colectó a una profundidad de 760 m, por lo que la cuenca puede alcanzar profundidades mayores a la registrada en la carta (Fig.-2a).

La región de El Carmen es un pequeño declive localizado frente a punta pulpito donde las isobatas de 500 y 1000 m se curvan por la presencia de dos bajos; uno localizado al Este del punto de muestreo y el otro hacia el Sur, la sección más somera se localiza entre los dos bajos antes mencionados donde alcanza una profundidad de 500 m (Fig.-2b).

En la cuenca San Lázaro, la plataforma continental frente al Río Santo Domingo alcanza los 100 km de longitud; sin embargo, se encuentra dividida en dos secciones por un canal, de tal forma que entre estos dos bajos y hacia el Sur, se encuentra localizada dicha cuenca, la cual tiene forma arrionada, con 25 km de longitud y 12 km de amplitud. La profundidad máxima reportada es de 530 m (SSP,1982), sin embargo uno de los núcleos obtenidos en esta región alcanza una profundidad de 543 m por lo que se puede considerar una profundidad mayor a la registrada en cartas. La protección que presenta esta depresión por los dos bajos y la estrecha conexión (2 km) de éstos con el talud, puede ser una de las causas por la que en este lugar se puedan obtener sedimentos laminados. (Fig.-2c).

## SEDIMENTOS

### *DISTRIBUCIÓN Y APORTE DE SEDIMENTOS*

Según D'Anglejan (1967), los sedimentos en los alrededores de la Cuenca San Lázaro se encuentran constituidos por un ooze de foraminíferos y glauconita hacia el Oeste y arenas finas ( $< 62 \mu$  hacia el Este. En la cuenca dominan los lodos verdosos (Olivier y Herguera, 1997)(Fig.-3a). En la Depresión de la Paz, los sedimentos están constituidos principalmente por arcilla silíceo de color gris olivo o grisácea (Fig.-3b). En El Carmen los sedimentos (arcilla o glauconita) son grisáceos o gris-olivo con capas de calcarenita constituida de foraminíferos. En las últimas dos regiones el contenido de carbón orgánico se encuentra entre 3-4 % (Van Andel, 1964) (Fig.-3c).

8-A

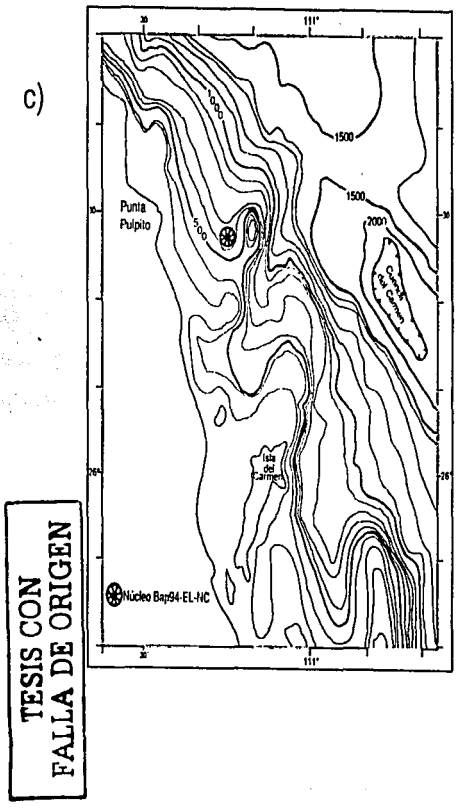
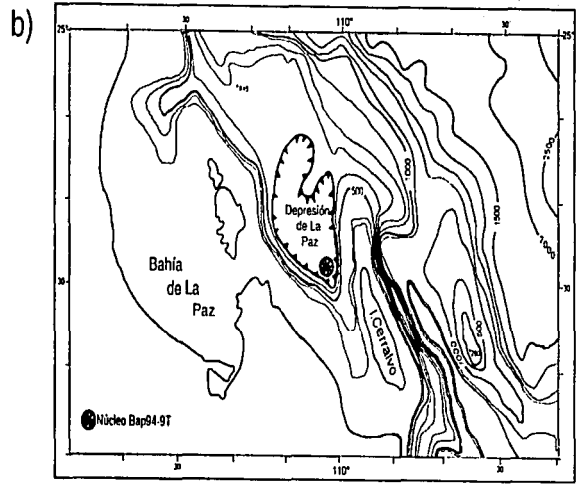
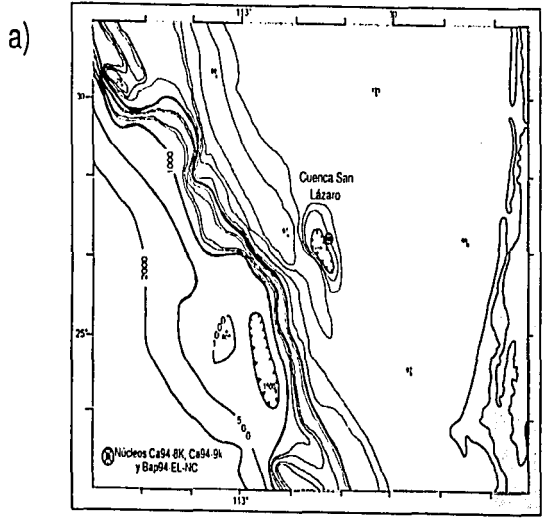


Figura 2.- Batimetría del área de estudio a) San Lázaro, b) Depresión de La Paz y b) El Carmen

8  
8

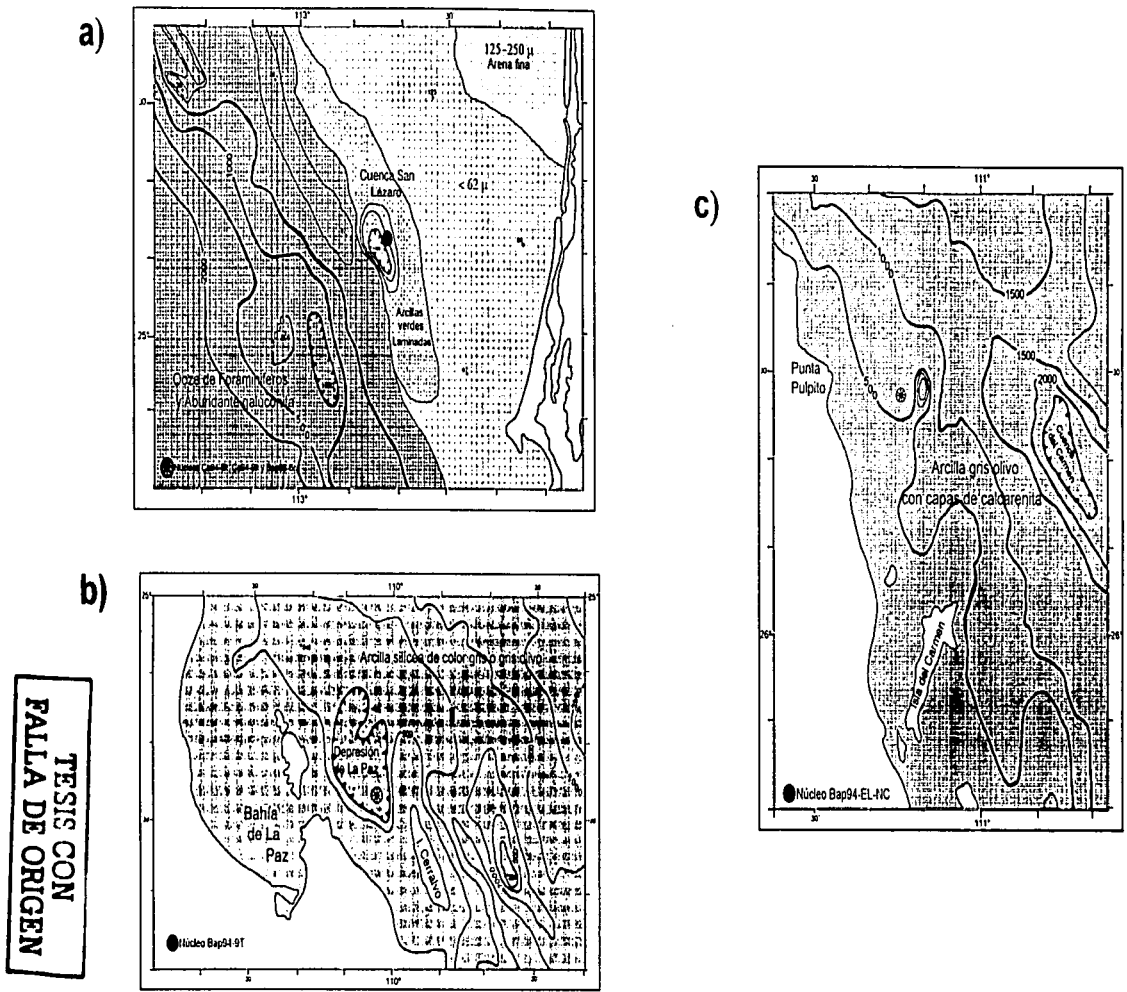


Figura 3. - Distribución de sedimentos en el área de estudio. a) Cuenca San Lázaro, b) Depresión de La Paz c) El Carmen.

Los sedimentos biogénicos en el Golfo de California, se encuentran muy relacionados con las zonas de surgencias las cuales, en el lado Este del golfo, son generadas por los vientos que soplan hacia el Noroeste durante el invierno y en el lado Oeste por los vientos que soplan del Sureste durante la primavera. Las surgencias generan alta productividad, por lo tanto, la mayor concentración de sedimentos biogénicos se encuentra cerca de las costas (Van Andel, 1964). Además de sedimentos terrígenos y biogénicos, en el Golfo de California existen sedimentos de origen hidrotermal en las zonas de *rift* localizadas en la cuenca de Guaymas. (Ayala López y Molina Cruz, 1994).

**MECANISMOS DE APORTE HACIA EL PACÍFICO NORORIENTAL DESDE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.**– El parteaguas del sistema montañoso que recorre de norte a sur a la Península de Baja California, se encuentra desplazado hacia el este, es decir colinda casi con la costa del Golfo de California, originando que las planicies costeras hacia el golfo sean muy angostas o nulas, en contraste con las anchas y homogéneas planicies costeras que colindan con el Océano Pacífico (Carranza Edwards *et al.*, 1998). Considerando las características físicas de la Península de Baja California hacia el Oeste y la escasa precipitación, el viento podría representar un papel importante en el aporte de sedimentos, aunado a las características áridas y a la escasa vegetación, siendo el aporte fluvial de carácter estacional.

**MECANISMOS DE APORTE HACIA DEL GOLFO DE CALIFORNIA.**– Como toda gran depresión, el Golfo de California sirve como receptáculo para todo tipo de sedimentos. En la Región Norte, a pesar de que se encuentra la desembocadura del Río Colorado, se ha visto que éste no es el principal distribuidor de sedimentos terrígenos hacia el Golfo. Baba *et al.* (1991), analizaron la respuesta de la tasa de acumulación de sedimentos finos en el Golfo de California cuando los sistemas fluviales adyacentes fueron modificados por la construcción de presas, encontrando que la Región Norte del Golfo no mostró evidencias de ningún cambio en la tasa de acumulación, después de que el Río Colorado disminuyó su descarga un 96 %, llegando a la conclusión de que los mecanismos que llenan la Cuenca Delfin en esta

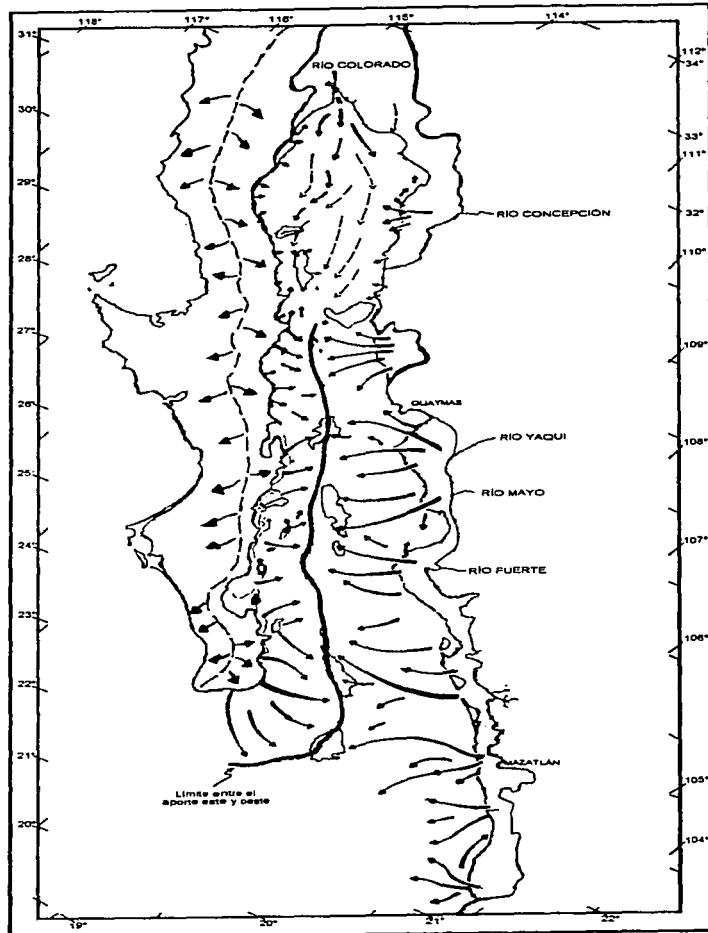


zona son dos: 1) la resuspensión de sedimentos de la plataforma somera por corrientes y 2) el transporte eólico de las distintas partes del continente.

La parte Este de la Región Sur del golfo, presenta mayor precipitación por la influencia de la Sierra Madre Occidental, provocando que la descarga de agua arrastre consigo sedimento hacia el mar cubriendo las plataformas continentales y sus pendientes, llegando hasta las cuencas centrales donde además, alcanzan espesores gruesos (Van Andel, 1964; Baba *et al.*, 1991b; Baumgartner *et al.*, 1991). De acuerdo con Baba *et al.* (1991), las áreas más afectadas por el decremento de descarga fluvial fueron las de la parte Este del Golfo de California, las cuales tuvieron una disminución del 37 % en su tasa de acumulación desde la formación de presas en los ríos adyacentes. Los autores encontraron que la Cuenca de Guaymas mostró poca modificación en la tasa de acumulación por la disminución de las descargas de los ríos; sin embargo, su composición mineralógica es muy parecida a la del continente, lo cual sugiere que al no existir grandes depósitos someros de sedimentos y una variabilidad en el registro de dispersión de los sedimentos desde sus áreas fuente, el Transporte eólico es otro de los principales mecanismos de aporte de sedimentos en las cuencas centrales del Golfo de California principalmente de grano fino.

En cuanto a la parte Oeste, de la Región Sur del Golfo, la precipitación en general es muy baja (25–50 cm por año) por lo que las corrientes fluviales son intermitentes en la época de lluvias o bien nulas el resto del año (Van Andel, 1964; Carranza Edwards *et al.*, 1998); los sedimentos por lo tanto son aportados al golfo por corrientes efímeras, grandes abanicos aluviales y por la erosión de la costa (Van Andel, 1964).

Por lo tanto, el Golfo de California presenta dos límites de aporte de sedimento: El límite Oeste se localiza un poco más allá del margen continental, por lo que, el límite Este abarca hasta donde llega el límite Oeste. Indicando entonces que el Golfo de California se rellena lateralmente y no longitudinalmente, el único aporte de tipo longitudinal se da en la región Norte con el ya casi nulo drenaje del Río Colorado. (Van Andel, 1964; Baba *et al.*, 1991b; Baumgartner *et al.*, 1991b) (Fig.- 4). Las áreas



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 4.- Aporte de sedimentos (modificado de Van Andel 1964).

que aportan sedimentos al Golfo de California se caracterizan porque todas son montañosas y con clima árido (Van Andel, 1964; Vélez Muñoz, 1981; Gómez y Vélez, 1982).

#### SEDIMENTOS LAMINADOS

Las láminas en los sedimentos marinos, se forman por la sedimentación de partículas suspendidas que han sido transportadas por ríos, vientos o corrientes de turbidez, las cuales, se hunden junto con plancton muerto y conglomerados fecales. Una vez que llegan al fondo, es frecuente encontrar sobre estas capas una cubierta de bacterias, las cuales forman mallas con sus filamentos mucilaginosos que adhieren las partículas y las protegen de la erosión ocasionada por las débiles corrientes profundas (Lange *et al.*, 1996). Este tipo de estructura sedimentaria se conserva mejor en cuencas semicerradas, fiordos o en las pendientes de las cuencas, que se encuentran en contacto con la capa de oxígeno mínimo, ocasionando que se inhiba la perturbación del sedimento por la actividad del macrobentos (Calvert, 1964; Lange *et al.*, 1996).

En los sedimentos laminados se pueden observar diferentes tonalidades claras y oscuras, de aquí el nombre de laminaciones o bandamientos Byrne (1957), propone que la estructura laminar en los sedimentos se debe a una respuesta estacional, en el que se incrementa la productividad de microorganismos y su sedimentación durante invierno y primavera, superponiéndose a la continua sedimentación de terrígenos que ocurre durante todo el año. Donegan y Schrader (1982) analizaron la composición de cada una de las tonalidades, confirmando que uno de los componentes que constituyen a este tipo de sedimento, es terrígeno y el otro biogénico. Por lo tanto, se ha asociado el componente claro con sedimentos biogénicos, debido a la gran cantidad de tecas de microfósiles presentes, que le dan esa tonalidad, mientras que el componente oscuro ha sido asociado con sedimentos terrígenos. Este patrón secuencial de láminas claras y oscuras pueden depositarse estacionalmente (Baumgartner *et al.*, 1991), lo que nos permite tener un registro temporal detallado sobre los eventos oceánicos o climáticos.

Cronin (1999), menciona que existen varias técnicas para fechar y correlacionar los eventos climáticos en general, como son: La fechación radiométrica (medidas de decaimientos isotópico), magnetoestratigráfica (correlación de reversas magnéticas), bioestratigráfica (identificación de zonas de abundancia de plancton que han sido fechadas anteriormente), conteo de capas anuales y la sincronía astronómica, entre otras. Hace mención además sobre los archivos más utilizados, para obtener una resolución anual, como son: los anillos o líneas de crecimiento en árboles, corales, conchas de moluscos, capas de hielo y sedimentos varvados; diferenciando estos últimos en tres tipos:

- 1) Las varvas glaciares anuales.
- 2) Láminas biogénicas de los sedimentos lacustres, formadas por variaciones estacionales de productividad y sedimentación.
- 3) Láminas de sedimentos marinos, generalmente depositados en cuencas anóxicas.

La utilización de edades relativas ha sido relegada por la utilización del decaimiento radioactivo; sin embargo, la utilización de edades absolutas involucra encontrar el método adecuado para la fechación de sedimentos y la mejor interpretación de los resultados (Jager, 1986). La combinación de ambas edades puede completar la escala de tiempo de un registro y de esta manera economizar el estudio.

Uno de los cronómetros más utilizados para fechar procesos geológicos con períodos de tiempo del orden de un siglo es el  $Pb^{210}$ , el cual proviene de la serie de decaimiento del  $U^{238}$  y presenta una vida media de 22.3 años (Nozaki *et al.*, 1997). Se integra en procesos sedimentarios de la siguiente manera: El gas noble  $Rn^{222}$  (precursor del  $Pb^{210}$  en la serie del  $U^{238}$ ) con vida media de 3.8 días, se encuentra difuso en la atmósfera después de la formación de su precursor el  $Ra^{226}$  (vida media de 1622 años), en donde decae, seguido de una serie de nucleidos intermedios de vida corta hasta el  $Pb^{210}$ . Operacionalmente la abundancia del  $Pb^{210}$  puede ser medida vía su hijo  $Bi^{210}$  el cual tiene una vida media de cinco días y emite más rayos beta que el  $Pb^{210}$  (Koide *et al.*, 1973).

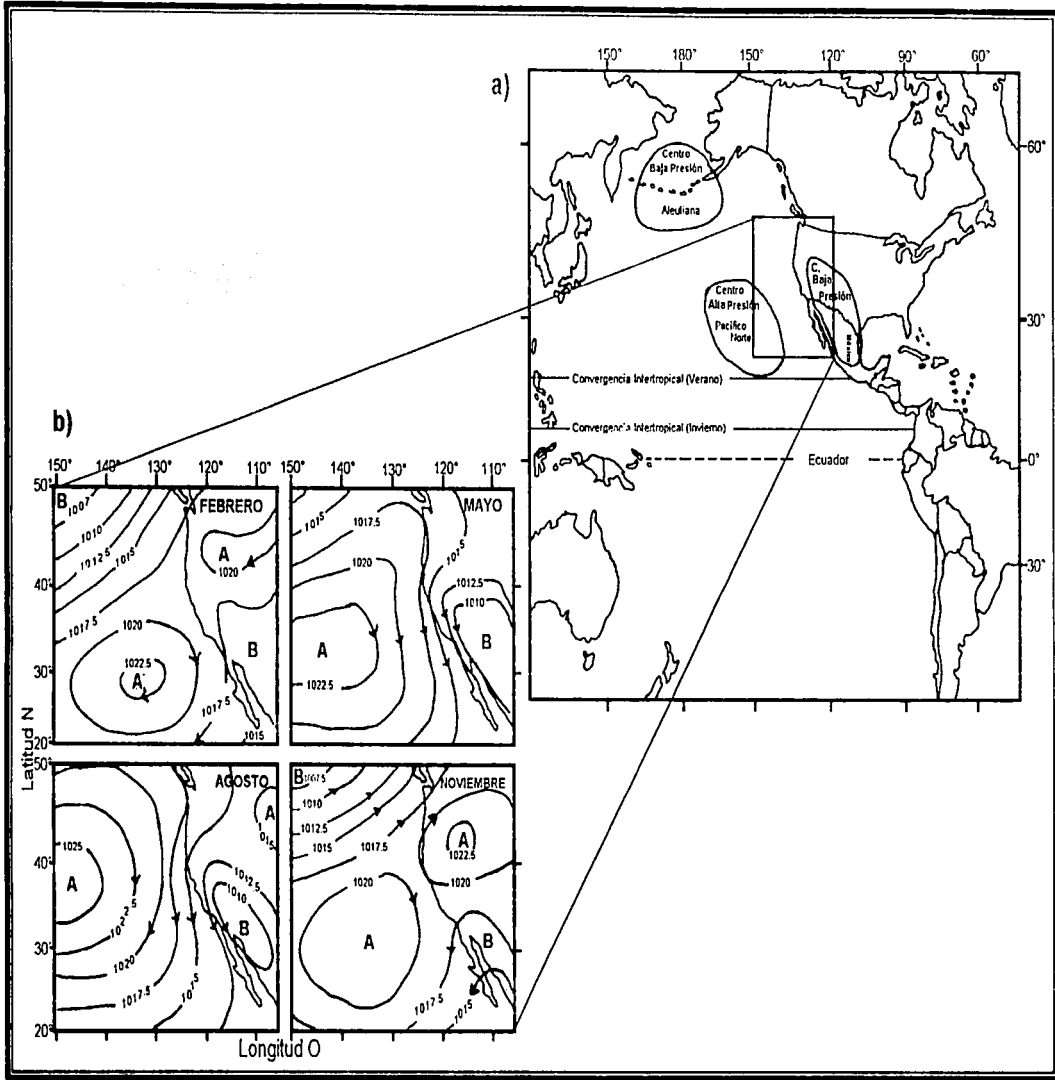
Los primeros trabajos geocronológicos con  $Pb^{210}$  fueron realizados en hielos permanentes, (Goldberg, 1963; Crozaz *et al.*, 1964; Windom, 1969); sin embargo, el éxito en la utilización del  $Pb^{210}$  como una herramienta geocronológica en procesos de sedimentación, indujo a considerar su aplicación en la rápida depositación de sedimentos lagunares (Balistrieri *et al.*, 1995), marinos costeros (Shannon *et al.*, 1970; Koide *et al.*, 1972; 1973) e incluso en ambientes marinos anóxicos (Wei y Murray, 1994). Su uso en la fechación de sedimentos laminados nos permite evaluar la influencia antropogénica, sobre todo en los últimos 100 años.

## MARCO CLIMÁTICO

### *DEL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL*

Las condiciones climáticas en el Pacífico Tropical Nororiental se encuentran influenciadas por el Centro de *Baja Presión Aleutiana*, el Centro de *Alta Presión del Pacífico Norte*, por un Centro de *Baja Presión* ubicado en el continente, al suroeste de Norteamérica y por la *Convergencia Intertropical*. La ubicación de todos estos elementos varía estacionalmente (Fig.-5a).

En primavera-verano, La velocidad máxima de los vientos alisios del noreste se sitúa a los 18° N, ocasionando que la Convergencia Intertropical se localice en su posición más al norte. (Molina Cruz y Martínez López, 1994; Monreal Gómez y Salas de León, 1998) (Fig.5a). A su vez el Centro de Baja Presión sobre el continente se fortalece por calentamiento y migra hacia el Noroeste, alejando al Centro de Alta Presión del Pacífico Norte hacia mar adentro y debilitando la influencia del Centro de Baja Presión Aleutiano. Este desplazamiento de las celdas generan que los vientos dominantes provengan del noroeste. (Hickey, 1979a; Parés Sierra *et al.*, 1997) (Fig.-5b). Durante otoño e invierno, la velocidad máxima de los vientos alisios se ubica en su posición más al sur, aproximadamente a 9°N, por lo cual, la Convergencia Intertropical se encuentra muy cerca del ecuador geográfico (Molina Cruz y Martínez López, 1994; Monreal Gómez y Salas de León, 1998.) (Fig.5a). El Centro de Alta Presión del Pacífico Norte se fortalece acercándose a la costa y a su vez acercando al



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 5.- Condiciones climáticas a) Pacífico Tropical Nororiental, b) Costa Occidental de América del Norte (Modificado de Hickey, 1979a y Parés Sierra, 1997).

13-A

13-A

Centro de Baja Presión Aleutiano, mientras que el Centro de Baja Presión continental se debilita migrando hacia el sureste (Fig.-5b). Ocasionalmente que los vientos se dirijan hacia el norte, por arriba de los 40° N y hacia el suroeste, a bajas latitudes (Hickey, 1979a; Parés Sierra *et al.*, 1997).

#### **DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

Climáticamente, el Golfo de California se encuentra regido por el Centro de Alta Presión del Pacífico Norte y el Centro de Baja Presión Continental.

Durante la primavera y el verano el Centro de Alta Presión del Pacífico Norte comienza su migración hacia el mar, mientras que, el Centro de Baja Presión Continental se fortalece ubicándose al norte del golfo dando origen a un viento proveniente del sureste, haciéndose más evidente la entrada de agua del Pacífico por el lado del continente, hacia el interior del golfo (Fig.6a). En otoño e invierno el Centro de Alta Presión del Pacífico Norte comienza a fortalecerse acercándose a la costa mientras que, el Centro de Baja Presión Continental se debilita, dominando entonces el viento del Noroeste, lo cual hace más evidente la salida de agua, por el lado de la Península hacia el Pacífico (Molina Cruz, 1986; Fernández Barajas *et al.*, 1994) (Fig.6b).

El Golfo de California, a pesar de estar comunicado con el Océano Pacífico en su porción sur, tiene un clima de tipo continental debido a las dos largas regiones áridas que lo colindan; además de que el efecto termorregulador del océano es obstaculizado por la cordillera que se extiende a lo largo de la Península de Baja California, lo que ocasiona que el Golfo de California sea una gran cuenca de evaporación, explicándose así, los grandes rangos en los registros de temperatura tanto diurnos como anuales (Roden, 1964; Molina Cruz, 1986; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986).

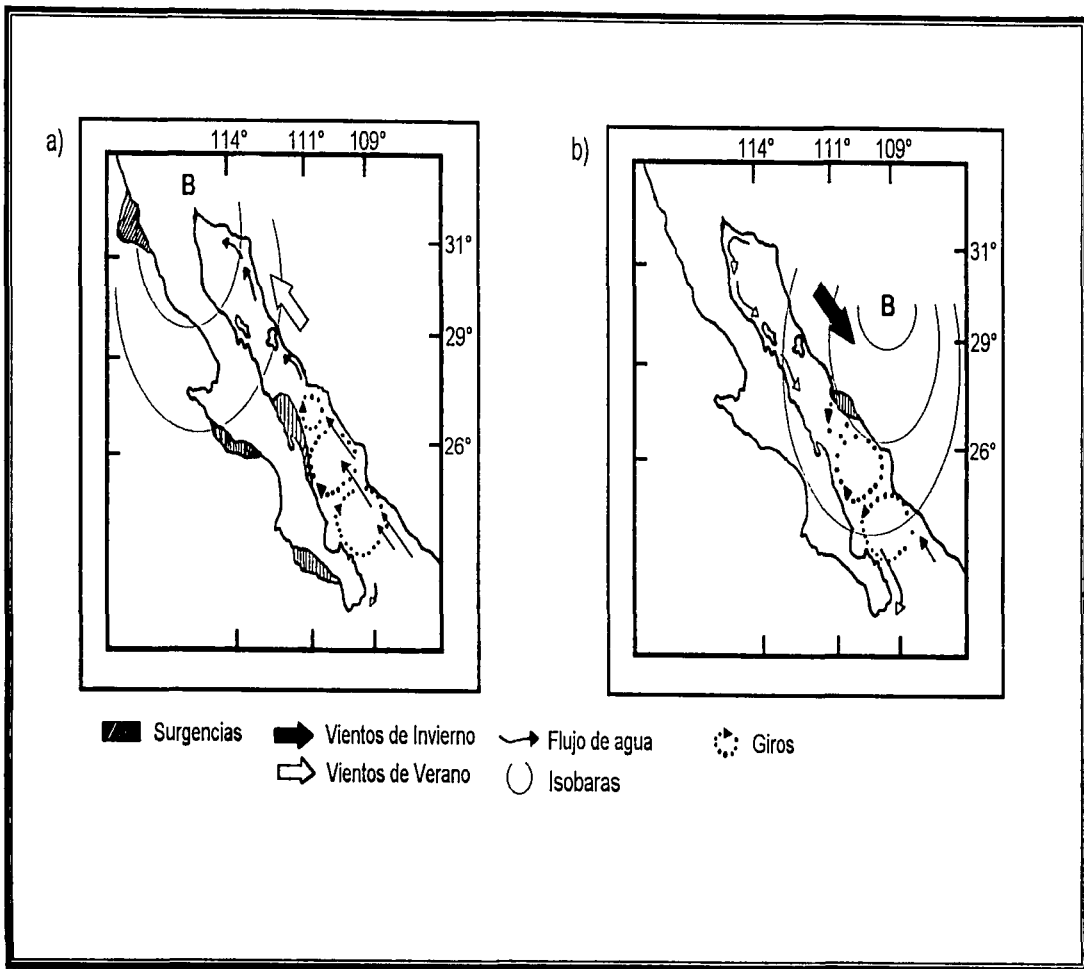


Figura 6.- Patrón de vientos y surgencias en el Golfo de California a) Verano y b) Invierno (Modificado de Arellano Álvarez y Molina Cruz, 1986).

14-A

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

14-A



### Capítulo III

#### GENERALIDADES OCEANOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### MASAS DE AGUA

En la región del Pacífico Tropical Nororiental se tienen principalmente seis masas de agua, cada una definida por sus temperaturas, salinidades, oxígeno disuelto y nutrientes, mismas que están separadas por áreas de transición. Dos de ellas son superficiales (*la Subártica y Ecuatorial*), una subsuperficial (*la Subtropical*) y tres profundas (*la Intermedia del Pacífico y Profunda del Pacífico*) (Fig.-7a).

*Agua Subártica.*- Se forma en el Pacífico Norte por arriba de la latitud 50°, se caracteriza por ser superficial, de baja temperatura, baja salinidad, alto contenido de oxígeno disuelto y alta concentración de fosfatos (Reid *et al.*, 1958). Sus temperaturas pueden estar entre 2 y 4° C, y salinidades bajas hasta de 32 ups en la superficie, e incrementa su salinidad con la profundidad. Conforme avanza a bajas latitudes, presenta un calentamiento por acción solar que incrementa su temperatura de 15 a 20° C en invierno y 20 a 25° C en verano; alcanza salinidades de 32 ups cerca de la frontera norte de México y de 34.0 ups frente a Cabo San Lucas, con cambios estacionales mínimos. Sverdrup *et al.* (1942), concluyen que durante el verano, el *agua Subártica* confluye con el *agua Ecuatorial* aproximadamente a los 23° N, debido a que a los 22° N sólo encuentran *agua Ecuatorial*. El *agua Subártica* puede mezclarse con el *agua Central del Pacífico Oriental*, lateralmente en el borde de la Corriente de California.

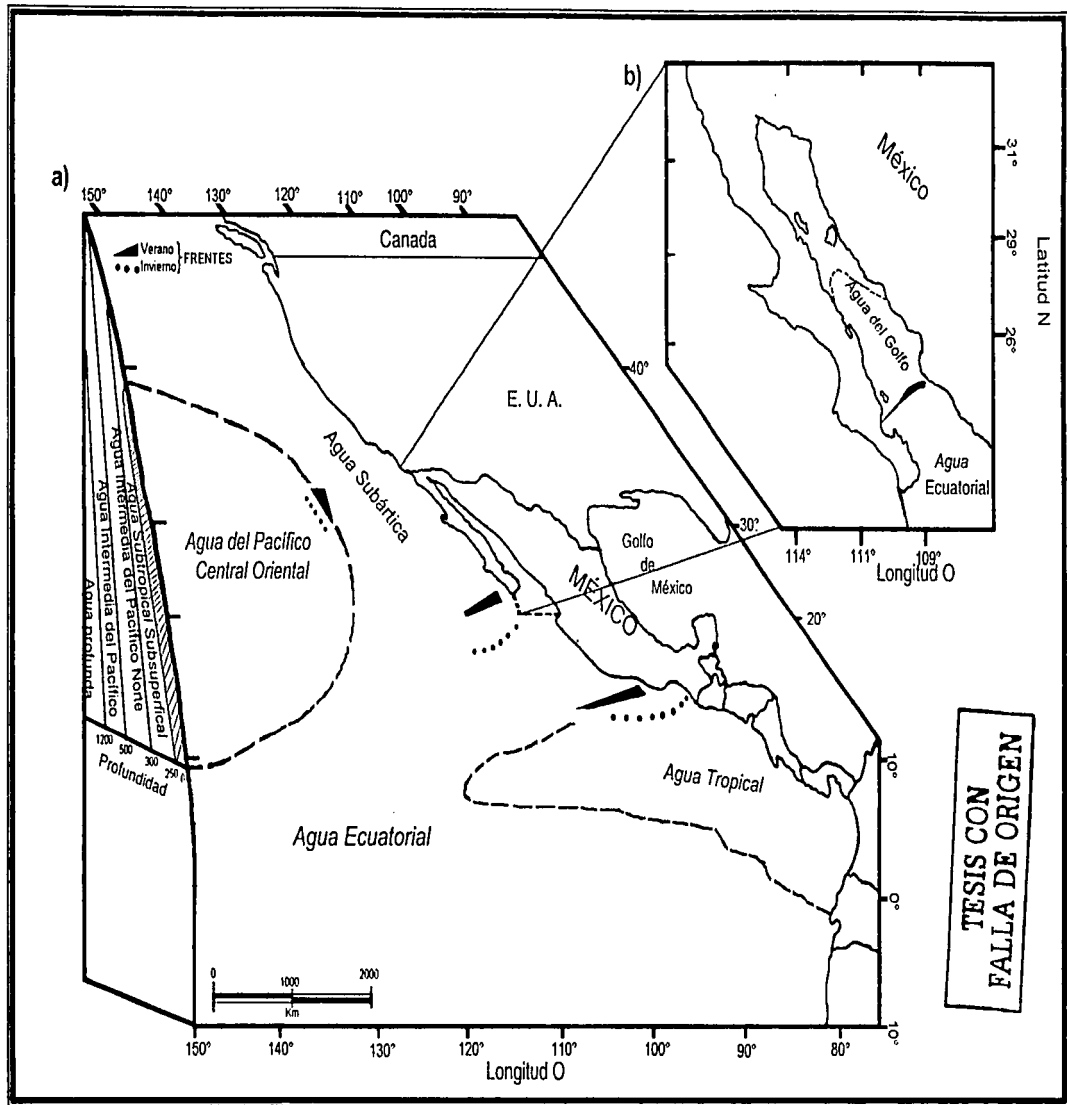


Figura 7.- Masas de agua y Frentes oceánicos a) Pacífico Tropical Oriental, b) Golfo de California.

*Agua Subtropical Subsuperficial.*— Es una mezcla de masas de agua de origen diverso, su lugar de origen lo ubican frente a las costas de Cabo San Lucas, Baja California Sur, aunque sus mecanismos de formación todavía no son muy claros (Badan, 1997). Ha sido descrita como una masa de agua cálida, de alta salinidad, con nutrientes altos y bajo contenido de oxígeno (Hickey, 1979a). En el Pacífico Tropical Nororiental (80°–120° O) se caracteriza por tener salinidades entre 34.5 y 35 ups, así como temperaturas entre 18 y 25° C y se localiza entre los 250 y 300 m de profundidad (Hickey, 1979a; Badan, 1997). Sin embargo, frente a las costas de Baja California se puede identificar hasta los 500 m de profundidad, presentando poca variación en su salinidad (34.6–34.4 ups) y temperatura (9.5 y 9.0° C), en su trayecto hacia el norte a lo largo de Baja California (Badan, 1997). Sverdrup (1942), menciona la incursión a los 25° N, de esta masa de agua, por debajo del Agua Subártica a una profundidad de 300 m, en donde se identifica con una temperatura de 19° C y salinidad de 34.5 ups. En el Golfo de California, el límite inferior de esta masa de agua se encuentra aproximadamente a los 500 m de profundidad en la isoterma de los 9° C y el límite superior se puede definir a los 150 m de profundidad donde presenta temperaturas menores de 18° C y salinidad menor a 35 ups, su distribución horizontal puede variar estacionalmente, es decir, durante el otoño e invierno presenta su máxima intrusión en la parte norte del golfo, aproximadamente hasta la isóbata de 150 m, mientras que, en primavera-verano se retrae hasta la isóbata de los 300 ó 350 m (Lavin *et al.*, 1997). En la boca del golfo, Fernández Barajas *et al.* (1994), identificaron su presencia durante el invierno de 1992, a profundidades menores de 550 m con salinidades de 34.8 ups y temperaturas entre 10 y 15 °C,

penetrando al golfo por su lado oriental. En la región ecuatorial, su salinidad se encuentra entre 34.7 y 35 ups, con temperaturas entre 12–14° C (Badan, 1997).

*Agua Intermedia del Pacífico Norte.*– De acuerdo con Svedrup *et al.* (1942), existe una capa de baja salinidad (33.8–34.1 ups) entre los 300 y 800 m de profundidad, frente a las costas de Japón. Misma que se encuentra distribuida por debajo de las masas de *agua Centrales del Pacífico Norte*, con un contenido de oxígeno entre 2.5–4.0 ml/L (Talley, 1993). Se origina al norte de la costa de Honsu al Este de Hokkaido.

*Agua Intermedia del Pacífico.*– En general, en latitudes polares, el *agua Superficial del Pacífico*, es fría, de baja salinidad y con alto contenido de oxígeno, debido a la alta precipitación en esa región (Badan, 1997). Esta masa de agua da origen al *agua Intermedia del Pacífico* (Reid, 1965) por la ausencia de convección profunda. Su desplazamiento hacia latitudes bajas es principalmente por el lado occidental del Océano Pacífico a profundidades intermedias (Wüst, 1929). En el Golfo de California, esta masa de agua se caracteriza por presentar salinidades entre 34.4 – 34.8 ups y temperaturas entre 9° C (aprox. 500 m de profundidad) y 4° C aproximadamente a los 1200 m de profundidad (Lavín *et al.*, 1997). Fernández Barajas *et al.* (1994), mencionan su presencia en la boca del Golfo de California con salinidades inferiores a 34.55 ups.

*Agua Profunda del Pacífico.*– Tiene su origen en el *Agua Polar Superficial*, como su nombre lo indica cubre el fondo de la Cuenca del Pacífico; su límite superior lo marca la presencia del *agua Intermedia del Pacífico*. Presenta la mínima concentración de oxígeno 0.1–0.2 ml/L (Roden y Groves, 1959). En el Golfo de

California se encuentra desde el fondo hasta la isoterma de los 4°C (□1200 m), con salinidades entre 34.56–34.75 ups, aumentando hacia el fondo (Lavín *et al.*, 1997). En la boca del golfo, su salinidad puede ser hasta de 34.68 ups (Álvarez Borrego y Schwartzlose, 1979).

Superficialmente las masas de agua que colinda con el área de estudio son; hacia el oeste, el *Agua del Pacífico Central Oriental*, la cual se caracteriza por ser salina, cálida y de baja concentración de oxígeno disuelto y nutrientes (Redi *et al.*, 1958). Svedrup *et al.* (1942), menciona que esta masa de agua presenta salinidades entre los 33.55 y 34.40 ups a una temperatura de 15°. Abarca una área pequeña en extensión dentro del Océano Pacífico (25–45° N y los 125° – 160°W) a una profundidad no mayor a los 250m. Y hacia el sur el *agua Ecuatorial* (Fig.–7a).

*Agua Ecuatorial.*– Se origina en el Océano Pacífico Sur frente a Sudamérica por una transformación gradual del *agua Subantártica*, distribuyéndose en toda la región ecuatorial; se caracteriza por ser de alta temperatura, salinidad y concentración de nutrientes pero de baja concentración de oxígeno disuelto. En el Pacífico Tropical Nororiental se puede localizar entre los 18 °S y los 20 °N, presentando una estrecha relación entre su salinidad y su temperatura, en el intervalo de 8–15°C sus salinidades son de 34.6–35.15 ups, observándose un mínimo de salinidad entre 34.5 a 34.58 ups a 5.5°C (Sverdrup *et al.*, 1942; Badan, 1997). Se separa del *agua Tropical* por una termoclina pronunciada con un máximo de salinidad. La profundidad a la cual se encuentra la termoclina se incrementa hacia el oeste y su gradiente esta relacionado con la intensidad de los vientos alisios y de la circulación atmosférica sobre el Océano Pacífico en general, de tal manera que, durante los meses de mayo y

junio es de menor profundidad por la disminución de los vientos alisios, que en los meses de octubre y noviembre. Las perturbaciones en esta pendiente zonal de la termoclina ecuatorial se le relaciona con el fenómeno de El Niño (Badan, 1997). En el Golfo de California la masa de *agua Ecuatorial* ocurre superficialmente (<150 m), con salinidades inferiores a 35 ups y temperaturas mayores o igual a 18°C (Lavín *et al.*, 1997).

**Agua Tropical.** – Esta masa de agua superficial, se forma en la región ecuatorial entre los 10 y 20° N, frente a las costas de la Península de Baja California, a profundidades no mayores a 50 m, con salinidades inferiores a 34 ups y temperaturas entre 25 a 28 °C. Estas características se deben a que en su lugar de origen la insolación es alta y la precipitación supera a la evaporación (0.5 m/año) (Badan, 1997). Fernández Barajas *et al.* (1994) sugieren su presencia durante el invierno en la boca del Golfo de California, por arriba de los 50 m y con salinidades menores de 34 ups, así como temperaturas mayores a los 25°C (Fig.7a).

En el Golfo de California se tienen dos masas de agua superficiales (la *del Golfo* y la *Ecuatorial*), una subsuperficial (*subtropical*), y dos hacia el fondo, el *agua Intermedia del Pacífico* y la *Profunda del Pacífico*, ambas descritas anteriormente. El límite entre las masas de agua superficial es la isohalina de 35, la cual presenta variaciones estacionales, por lo que durante el verano el *agua Ecuatorial* puede llegar hasta la cuenca de Guaymas y retraerse hasta cerca de la boca durante el invierno. Cuando el *agua Ecuatorial* presenta su mayor intrusión, el límite superior del *agua Subtropical Subsuperficial* retrocede (Lavín *et al.*, 1997) (Fig.8a).

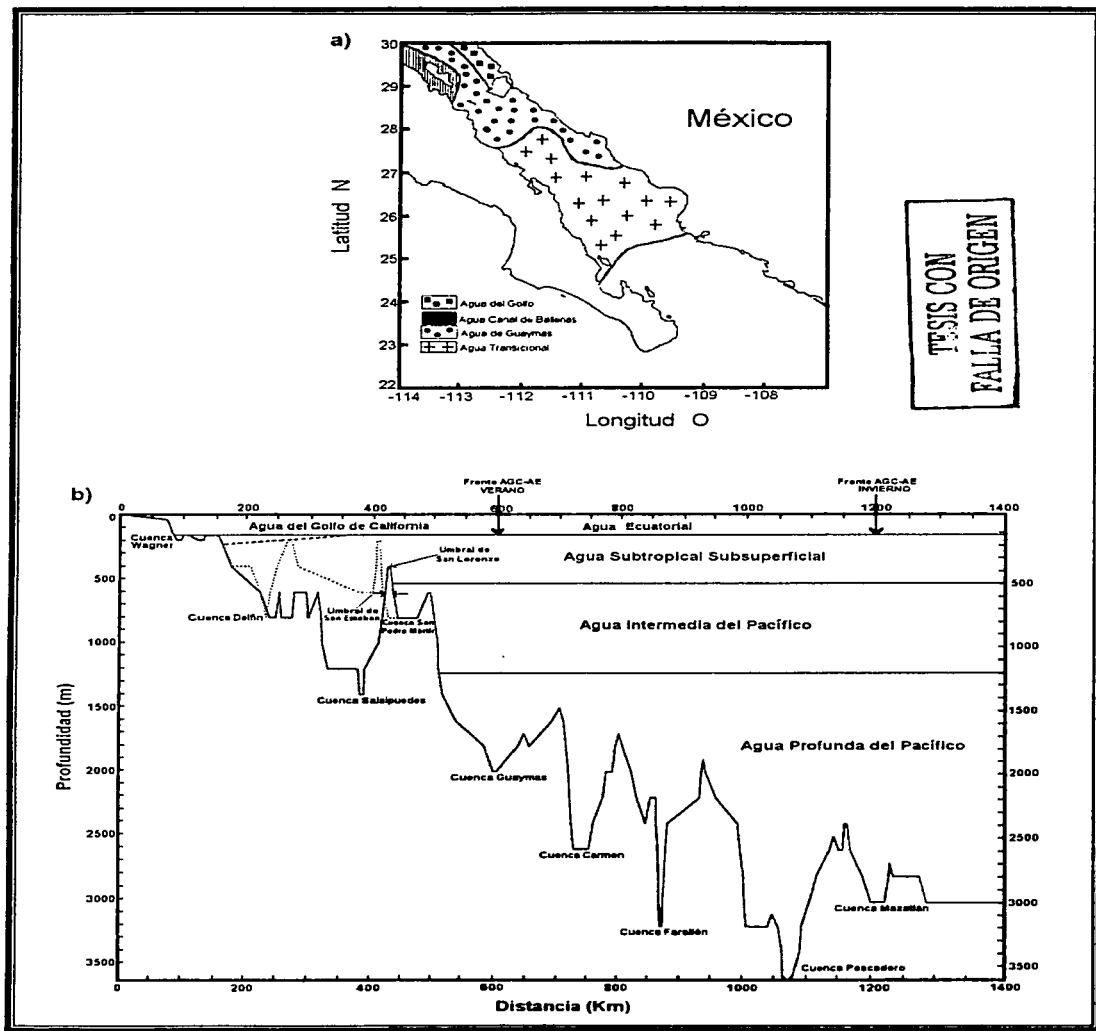


Figura 8.-Distribución de las masas de agua en el Golfo de California  
 a) Masas de agua superficial b) Perfil Batimétrico (Modificado de Lavin *et al.* 1997)

*Agua del Golfo de California.*— Se encuentra por encima de los 150 m de profundidad, con salinidades mayores o iguales a 35 ups y temperaturas mayores o iguales a 12°C, localizándose hacia la parte norte del Golfo principalmente (Torres Orozco, 1993). Existen dos esquemas propuestos para explicar su origen; El primero es que proviene de la masa de *agua ecuatorial* que al evaporarse aumenta su salinidad, originando el *Agua del Golfo* en la parte sur; mientras que la transformación en el segundo esquema, se lleva a cabo a partir del *Agua Subtropical Subsuperficial*, produciéndose en la parte norte donde la evaporación es más intensa y además auxiliada por la mezcla vertical (Lavín *et al.*, 1997). Algunos autores la denominan como *Agua del Golfo Norte*, limitándola hacia el norte por ser su lugar de origen.

En la región Norte del golfo Bray (1988b), identifica cuatro masas de agua, siendo estas: la masa de *agua Central del Golfo*, el *agua del Golfo Norte*, el *agua de la Cuenca Wagner* y el *agua del Delta del Colorado* posteriormente Bray y Robles (1991), mencionan que su mecanismos de formación son por convección vertical, por advección producto de los giros y de la mezcla por mareas. Hacia el sur de la región Norte del Golfo de California, Molina Cruz (1986), define la masa de *agua del canal de ballenas*, la cual presenta las menores temperaturas (14.5° C en febrero y 18° C en Agosto) debido a que se forma por la mezcla del *agua del Golfo de California* con el *agua Subsuperficial Subtropical* por las intensas corrientes de marea. En la región Sur del golfo varios autores dividen el *Agua del Golfo de California* en otras masas de agua, de acuerdo a su temperatura y a su producción primaria; sin embargo, no dejan de ser salinas. Molina Cruz (1986) definió, con base en la alta productividad primaria, la masa de *agua Guaymas*, la cual se encuentra entre la depresión de San



Pedro Mártir y la de Guaymas con salinidades mayores a 35 ups. Entre la Cuenca del Carmen y la parte norte de la cuenca Farallón, Torres Orozco y Robles (1995), localizan en la superficie una masa de agua con salinidades de 34.8 y 34.9 ups, la cual es denominada por Warsh *et al.* (1973) como *Agua Transicional*. (Fig.–8b).

## FRENTE

La existencia de diversas masas de agua en cualquier región, generan zonas de contacto o frentes; la variación en su posición geográfica generalmente esta determinada por procesos atmosféricos (Wyrtki, 1965). En el Pacífico Tropical Nororiental existen diversas zonas de frentes, cuatro de ellas se encuentran en aguas mexicanas (Fig.–7a). La primera es el límite entre las masas de *agua Subártica* y la del *Pacífico Central Oriental*, el cual esta situado ente los 40–43° N hasta los 150° W donde gira para formar el límite Oeste de la corriente de California, conocido como Frente de California (LaFond y LaFond, 1971; Saur, 1980; Lynn, 1986). La segunda se forma frente a Cabo San Lucas en Baja California Sur, en los primeros 120 m de profundidad (Griffiths, 1963; Warsh *et al.*, 1973; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986). En esta zona confluyen la masa de *agua Subártica* con las masas de *agua Ecuatorial* y del *Golfo de California* (Fig.–7b). Molina-Cruz (1986;1988), menciona la variación estacional de este frente, localizándose durante el verano frente a Cabo San Lucas, Baja California Sur, en la boca del golfo y desplazándose hasta los 20° N (aproximadamente frente a Bahía Banderas, Jalisco) durante el invierno. El tercer Frente, es descrito por Lavín *et al.* (1997) en el interior del Golfo de California, en el cual, confluyen las masas de agua del *Golfo de California* y la *Ecuatorial*, y al igual que el anterior el límite de confluencia presenta también variación estacional, localizándose durante el verano en la Cuenca de Guaymas y durante el invierno

frente a la boca del golfo (Fig.-7b). El último frente se define en el Golfo de Tehuantepec, cuando el *agua Subártica* se encuentra con la *Tropical*. Durante el invierno el *agua Subártica* alcanza a incursionar en la parte oeste del Golfo, aproximadamente a los 95° O, donde se encuentra con el agua producto de las surgencias (Molina Cruz y Martínez López, 1994; Monreal Gómez y Salas de León, 1998)(Fig.-7a).

Las masas predominantes en la Cuenca San Lázaro, son por lo tanto: El *agua Subártica* (0-100 m), *agua Subtropical Subsuperficial* (100 m-300 m) y las masas de *agua Intermedias* (> 300 m). En La Depresión de la Paz y en el Carmen, la columna de agua estaría constituida por *agua del Golfo de California* o *Ecuatorial* (0-150 m)según la estación del año, *agua Subtropical Subsuperficial* (<500 m) y el *agua Intermedia del Pacífico* (>500 m)

#### CIRCULACIÓN GENERAL

La circulación en el Océano Pacífico Nororiental, esta formada por diversas corrientes que distribuyen las masas de agua antes descritas por toda el área de estudio. En general, esta constituida por el Sistema de la Corriente de California (Corriente de California, Contracorriente de California, Corriente subsuperficial) que forma parte del Giro Subtropical del Pacífico Norte, por una corriente que penetra al Golfo de California y una que sale de él. Todo esto, comunicado con el Sistema Ecuatorial y con una corriente costera (Corriente Mexicana); además se han identificado zonas de transición, áreas de surgencias y giros (Fig.-9a). Esta complejidad de movimientos se encuentran

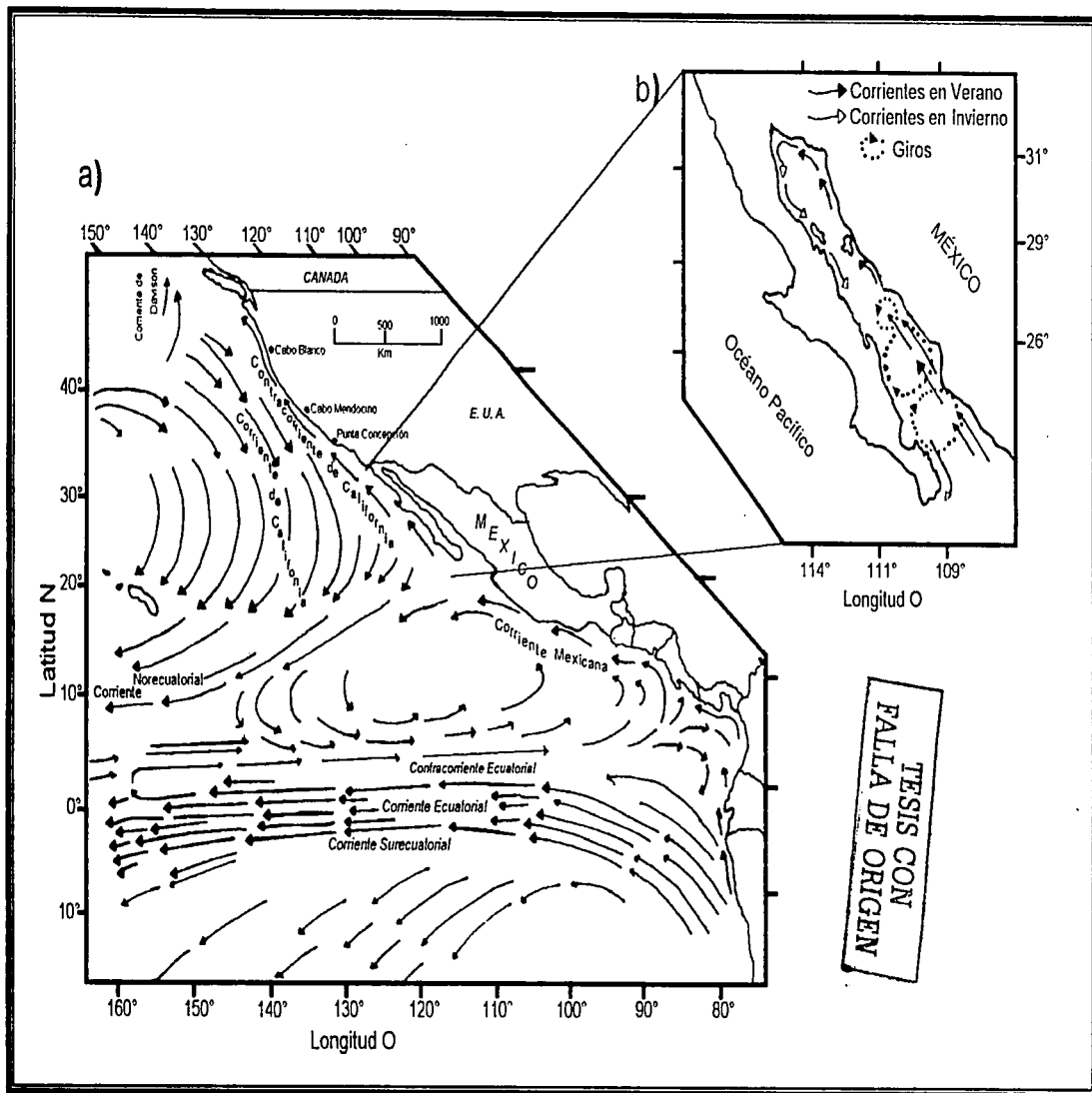


Figura 9.- Circulación general, a) Pacífico Tropical Nororiental y b) Golfo de California.

estrechamente relacionados con el patrón de viento y las fronteras continentales (Hickey, 1979a; Parés Sierra *et al.*, 1997).

*Sistema de la Corriente de California.*— Es el brazo Oriental del Gran Giro Anticiclónico Norpacífico (Fig. -9a). Limita al Norte con la *Corriente Subártica*, al Sur con la *Corriente Norecuatorial*, al este con las costas de Estados Unidos y México, al oeste con la región Central Oriental del giro Norpacífico. Es un sistema complejo, constituido por una serie de corrientes entre las que se encuentran: Dos corrientes superficiales (Corriente de California y la Contracorriente de California) y una subsuperficial (Corriente Subsuperficial).

LA CORRIENTE DE CALIFORNIA.— Es un flujo superficial con dirección hacia el ecuador, comprende desde la Isla de Vancouver hasta el extremo sur de la Península de Baja California; es considerada como una corriente típica de los sistemas de "Corriente de Frontera Oriental" por ser controlada por el viento y presentar una frontera meridional (Badan, 1997). Se origina a partir de la Corriente de Davison, la cual es una corriente estacional que transporta agua hacia el polo norte durante el otoño e invierno, de características subárticas, es decir, de baja temperatura y baja salinidad, alta concentración de oxígeno y fosfatos. La Corriente de Davison se puede observar a la altura de Cabo Blanco en las costas de Oregon (Hickey, 1979a). La Corriente de California se caracteriza por transportar *agua subártica*, caracterizada por tener baja temperatura, salinidad, pero con alto contenido de oxígeno disuelto. Su límite oeste se ubica a 900 km de la costa y su extensión vertical comprende hasta los 300 m de profundidad en el talud continental, mientras que en plataforma continental se encuentra restringida a los 200 m. La velocidad promedio, a profundidades menores de los 150 m, es de  $4 \text{ cm s}^{-1}$ , presentando un núcleo de alta velocidad, localizado frente a las costas de Baja California dentro de los primeros 200 km y frente a las costas de la

parte centro y sur de California a 300–400 km (Sverdrup, 1942; Reid, 1965; Lynn, 1987; Badan, 1997).

Estudios hechos desde 1937, han demostrado que estacionalmente la Corriente de California puede presentar flujos de alta velocidad, con dirección sur, a todo lo largo de la costa de E.U.A y México. Hickey (1979a) identifica dos de ellos, uno costero (125 km) frente a Cabo Mendocino y Cabo San Lucas y otro mar adentro aproximadamente entre 200 y 400 km de la costa, desde Cabo Mendocino a Cabo San Lucas; el flujo costero se define mejor durante los meses de octubre a febrero, alcanzando su máxima velocidad durante el mes de abril. El segundo flujo se encuentra presente todo el año, siendo más evidente de febrero a septiembre frente a Cabo Mendocino, de mayo a junio frente a Ensenada, febrero a mayo frente a Punta Eugenia y de julio a diciembre frente a Cabo San Lucas. Lynn (1987), ubica otro flujo frente a las costa del centro de California a 200–300 km mar adentro, sus velocidades más altas se presentan de abril a mayo. En la región sur de California identifica dos flujos espacial y temporalmente distintos, uno de ellos se ubica a 173 km, durante seis meses al año y el segundo a 180 km hacia el oeste; este último se desarrolla a mitad del invierno. Frente a las costas de Baja California también distingue dos flujos, uno de ellos se desarrolla a lo largo de la costa, presentando un máximo durante los meses de marzo y abril y el otro se desarrolla durante junio y julio a 200 km de la costa. Se han observado giros costeros en el sistema de la Corriente de California, asociados con irregularidades costeras y batimétricas, predominando en ellos agua de la contracorriente. Estudios con fotografías de satélite permitieron dividir tres áreas geográficas de mayor energía donde se incrementa la actividad de los giros, estas son: Cerca de Punta Eugenia (27° N), Suroeste de Punta Concepción (32 °C) y la región adyacente a la costa entre Monterey y Cabo Mendocino. Los giros en estas áreas son considerados semipermanentes (Bernstein *et al.*, 1977; Owen, 1980; Simpson *et al.*, 1984; Withe *et al.*, 1990). Durante el verano, los vientos costeros soplan

persistentemente con dirección sureste, característica favorable para la generación de surgencias (Hickey, 1979a; Parés Sierra *et al.*, 1997). Las cuales se han identificado frente a las costas de Oregon, California, y en la costa oeste de la Península de Baja California. Frente a Ensenada el agua aflora de profundidades menores a 100 m, frente a Punta Colonet y Punta San Hipólito, la velocidad vertical de la surgencia alcanza aproximadamente 10 m/día y proviene de 50-60 m de profundidad (Monreal Gómez *et al.*, 1999):

La Corriente de California transporta principalmente *agua subártica* hacia el ecuador, sin embargo, Vélez Muñoz (1981) y Gómez y Vélez (1982) han dividido en tres zonas el trayecto de esta corriente, con base en el tipo de agua dominante. La primera de ellas es la zona del dominio del *agua subártica* localizada frente a las costas de Estados Unidos a la altura de San Francisco a Cabo Mendocino. La segunda corresponde a una zona de transición a partir de los 35° - 30° de latitud Norte hasta las costas de Baja California Norte en México aproximadamente y una tercera zona del dominio del *agua ecuatorial* localizada frente a las costas de Baja California Sur, desde punta Eugenia hasta Cabo San Lucas. A partir de la última zona, la corriente da vuelta y se diluye para formar parte de la Corriente Norecuatorial.

LA CONTRACORRIENTE DE CALIFORNIA.- Es un flujo estacional cercano a la costa con dirección norte, el cual viaja a una profundidad no mayor a los 200 m y se extiende hasta 100 km de la costa frente a California pero frente a Baja California, su dominio es más angosto y costero, transportando principalmente *agua ecuatorial* hacia el polo. Se origina posiblemente frente a la boca del Golfo de California por un conjunto de procesos atmosféricos y oceanográficos, no muy bien estudiados (Parés Sierra *et al.*, 1997). Esta contracorriente se encuentran estrechamente relacionado con la presencia de surgencias, es decir durante el otoño las surgencias comienzan a decrecer hasta desaparecer por completo en invierno, durante esta temporada se encuentra presente

este contraflujo superficial; sin embargo, durante la primavera y verano las surgencias comienzan a incrementarse hasta llegar a ser intensas por lo que esta corriente se desvanece hacia la costa para dar origen a los grandes giros. De octubre a diciembre, este flujo aumenta su porcentaje frente a Punta Concepción y de noviembre a diciembre se encuentra más cercano a San Diego (Sverdrup *et al.*, 1942). Lynn (1997) identifica este contraflujo principalmente en la plataforma y talud continental, desde baja California a California y a veces se continua hasta Punta Concepción. Durante el invierno hacia el Norte de Punta Concepción puede continuarse con la Corriente de Davison (Reid, 1965; Hickey, 1979a).

**CORRIENTE SUBSUPERFICIAL.**– Es un flujo de *agua Subtropical*, la cual se caracteriza por tener alta temperatura, salinidad y fosfatos, pero bajo contenido de oxígeno, el cual viaja sobre el talud continental hacia el norte a una profundidad entre 200 – 500 m. A veces es denominada como Contracorriente de California, su presencia se ha detectado hasta la Isla de Vancouver (Hickey, 1979). Se considera que su origen es en el Pacífico Ecuatorial Oriental y fluye hacia el norte, a lo largo de la costa de Norteamérica (Lynn, 1987). Reid (1962;1963) y Wooster y Jones (1970), mencionan que esta corriente subsuperficial puede concentrarse en un núcleo relativamente angosto de alta velocidad, frente a las costas de Baja California y Punta Concepción. Presenta variaciones estacionales en posición, intensidad y profundidad Hickey (1979a;1979b).

**Corriente Mexicana.**– Es la continuación de la Corriente Costera de Costa Rica en territorio mexicano, se origina en la Cuenca de Panamá, por la combinación de dos giros, uno ciclónico conocido como Domo de Costa Rica y otro anticiclónico de menor dimensión ubicado al sureste del primero (Molina Cruz y Martínez López, 1994; Badan, 1997). Ambos giros permiten que la Corriente de Costa Rica fluya hacia el noroeste a lo largo de las costas de Centroamérica y de México donde se le conoce como Corriente

Mexicana (Badan, 1997) (Fig.-9a). A pesar de ser una de las principales corrientes que bañan las costas mexicanas, no se cuenta con mediciones directas que permitan hacer una descripción detallada de ella; sin embargo, Badan (1997), logra sintetizar los rasgos principales de esta corriente con los pocos datos con los que cuenta:

- 1) Se extiende desde los 5° hasta aproximadamente 23°N
- 2) Anchura variable entre 100 y 500 km
- 3) Profundidad inferida hasta los 600 m.

La intensidad de esta corriente y la latitud en la cual confluye con la Corriente de California, varían estacionalmente en función de los grandes sistemas atmosféricos de tal forma que, durante la primavera, cuando la influencia de la Corriente de California en regiones ecuatoriales se minimiza, la zona de confluencia con el Sistema Ecuatorial y la Corriente Mexicana se encuentra frente a Cabo San Lázaro (Baja California Sur) y durante el invierno, la latitud en la cual confluyen se desplaza hacia el sur, aunque aún no ha sido definida con exactitud (Badan, 1997). Molina Cruz y Martínez López (1994) observan una variación estacional de la corriente de Costa Rica, la cual durante el verano, se intensifica fluyendo hacia el noroeste y acercándose a la costa, entrando de esta forma al Golfo de Tehuantepec y llegando hasta Cabo Corrientes, Jalisco. Mientras que, durante el invierno, la corriente es desviada hacia el oeste aproximadamente entre los 11° y 12° N por la intensificación de los vientos alisios y la presencia de los vientos "Tehuano" en el Golfo de Tehuantepec. La Corriente Mexicana es de gran importancia oceanográfica porque permite la recirculación del Pacífico Tropical-Oriental, conectando a la Contracorriente Ecuatorial (ramal boreal que gira al rededor del domo de Costa Rica)



con la Corriente Norecuatorial, además de ser fuente de la mayor parte de las masas de agua que bañan las costas occidentales mexicanas (Badan, 1997). En el Golfo de Tehuantepec se han detectado surgencias durante el invierno, debido a la influencia de los vientos tehuanos que soplan perpendiculares a la costa (Monreal Gómez *et al.*, 1999; Monreal Gómez y Salas de León, 1998).

*Corriente Norecuatorial.* – Es principalmente un flujo superficial de *agua ecuatorial* con dirección este-oeste, aunque en su inicio puede transportar *agua Tropical* (Fig.–9a). se localiza centrada a los 10° N, constituye la porción norte del flujo ecuatorial (Badan, 1997). Su origen se encuentra donde las aguas de la contracorriente ecuatorial se giran hacia el norte de América Central y a la altura de las islas Hawai se le adhiere *agua Central del Pacífico Central* (Sverdup *et al.*, 1942).

La circulación superficial del Golfo de California esta constituida por dos flujos de agua, uno con baja salinidad (34.6 a 34.8 ups) y temperatura elevada fluyendo hacia el interior por el lado del continente y otro de agua más salina (>35ups) y de menor temperatura fluyendo hacia fuera por el lado de la península durante el invierno (Fig.9b). La explicación de este tipo de circulación ha sido un punto de gran discusión, debido a que el carácter estacional lo han atribuido principalmente al patrón de viento; sin embargo, la causa de este ciclo estacional todavía no es muy clara, ya que además del viento, existen diversas señales estacionales que pueden causarla como: la influencia del Océano Pacífico a través de la boca, el sistema de corrientes exteriores que comunican con el golfo y el flujo superficial de calor (Lavin *et al.*, 1997). Por ello, todavía existe el esfuerzo de investigadores por tratar de explicar la compleja circulación y la estacionalidad de esta región.

Se han detectado giros en el interior del golfo asociados a la distribución de masas de agua, dos de ellos ciclónicos, uno entre la isla del Carmen y el Río Mayo y el otro en la región de la boca, (Fig.-9b). Emilsson y Alatorre (1997), documentan la presencia del giro ciclónico, centrado entre el Farallón de San Ignacio y la Isla San José aproximadamente a los 25°N, el cual presenta un diámetro de 100 km, una velocidad promedio diaria de 29 cm s<sup>-1</sup> con un máximo de 56 cm s<sup>-1</sup> en el lado occidental, lo que produce un período de rotación de nueve días. Concluyen que el remolino tiene cierta persistencia ya que fue observado en abril y mayo, así como en agosto de 1978 y obtiene su energía de la circulación de la región oceánica adyacente, descartando a los efectos de marea y de viento local. Fernández-Barajas *et al.* (1994), proponen la presencia de otros dos giros considerando la alternancia en la dirección de los flujos a lo largo del eje longitudinal del golfo y la estructura térmica del golfo durante febrero y agosto de 1992; además de considerar el giro de la boca antes mencionado. Uno de los giros propuestos es ciclónico, localizándose entre Santa Rosalía y Guaymas (Cuenca de Guaymas) y el otro anticiclónico ubicado en la Cuenca del Carmen donde Emilsson y Alatorre (1997) localizan el giro ciclónico más pequeño (Fig.-9b). Fernández Barajas *et al.* (1994) además mencionan que el giro del sur descrito por Emilsson y Alatorre (1997) es el responsable de la incursión del *agua Tropical* en el lado oriental del golfo y de la salida del *agua Transicional* en el lado occidental, y que el giro anticiclónico aparentemente desplaza al *agua de Guaymas* hacia el sur por el lado oriental del golfo.

Las surgencias en el Golfo de California presentan carácter estacional: Durante primavera-verano, cuando el viento proviene del sureste, las surgencias se presentan del lado occidental del golfo (en la península), mientras que durante

otoño–invierno, cuando los vientos provienen del noroeste, las surgencias se presentan en la costa oriental del golfo (en el Continente) (Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986; Molina Cruz, 1986; 1988; Bray y Robles, 1991; Fernández Barajas *et al.*, 1994) (Fig.–6).

#### CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CIRCULACIÓN

Durante la Primavera–Verano, la velocidad máxima de vientos alisios se encuentran entre los 18°N por lo que la Convergencia Intertropical se encuentra en una posición muy al norte, formándose frente a las costas de Centro América dos giros, uno anticiclónico conocido como Domo de Costa Rica y uno ciclónico mas pequeño ubicado al sureste. La combinación de ambos giros permite por un lado a la Contracorriente Ecuatorial llegar hasta a los 90° W para posteriormente girar y dirigirse hacia Este y por otro, el desarrollo de la Corriente Costera de Costa Rica, la cual fluye hacia el noroeste a lo largo de la costas chiapanecas y oaxaqueñas entrando al Golfo de Tehuantepec (donde recibe el nombre de Corriente Mexicana) para llegar hasta Cabo corrientes. El centro de Alta Presión del Pacífico Norte se aleja de la costa ocasionando que la Corriente de California se retraiga y desvíe hacia el oeste a la altura del Cabo y la Cuenca San Lázaro, para posteriormente formar parte del Sistema Ecuatorial. Se generan surgencias frente a las costas de Oregon, California y Baja California por la dominancia de vientos noroestes, las cuales proporcionan al sistema agua fría, salada, rica en nutrientes y baja en oxígeno (Reid *et al.*, 1958; Lynn, 1987; Monreal Gómez *et al.*, 1999). Durante este período se observan también pequeños giros a lo largo de la costa por el desvanecimiento de la Contracorriente de California y hacia el extremo sur de la Península de Baja California, se forma una zona de Transición donde

convergen las masas de agua *Subártica* proveniente del norte y la *Ecuatorial* proveniente del Sur, por lo que la cuenca San Lázaro se encuentra bajo la influencia de esta convergencia de masas de aguas, del *agua Subtropical subsuperficial* y de las surgencias (Fig.-10a).

El Golfo de California, durante la Primavera y el Verano, el viento sopla del sureste generando surgencias sobre la costa de la península de Baja California y el flujo de agua hacia el interior del golfo es más evidente frente a las costas de Sonora, caracterizándose por tener temperaturas altas y baja salinidad (34.6-34.8 ups). La frontera entre la masa de *agua del Golfo* y el *agua Ecuatorial* presenta su máxima intrusión, localizándose hasta la cuenca de Guaymas (Figs.- 6a y 7b). La Depresión de La Paz, por lo tanto, se encuentra bajo la influencia del *agua Ecuatorial* proveniente del sur, mientras que, en El Carmen se intensifican los giros por la dominancia de los vientos provenientes del sureste generando surgencias.

Durante el Invierno, la velocidad máxima de los vientos alisios se encuentra a los 9° N, por lo que, la *Convergencia Intertropical* se encuentra prácticamente en el ecuador, la Contracorriente Ecuatorial no llega hasta la costa de América Central debido a que los vientos van en sentido contrario a ella, la Corriente Mexicana no va más allá del Golfo de Tehuantepec donde se desvía hacia el oeste por la presencia de los vientos del norte provenientes del golfo de México ("Tehuano"), durante esta temporada se generan surgencias en el golfo de Tehuantepec. Frente a las costas de Canadá y E.U.A. (por arriba de los 40° N), el viento sopla del suroeste definiéndose la Corriente de Davison, la cual transporta *agua Subártica* hacia el polo, mientras que por debajo de los 40° N el viento proviene del noroeste-noreste, permitiendo a la

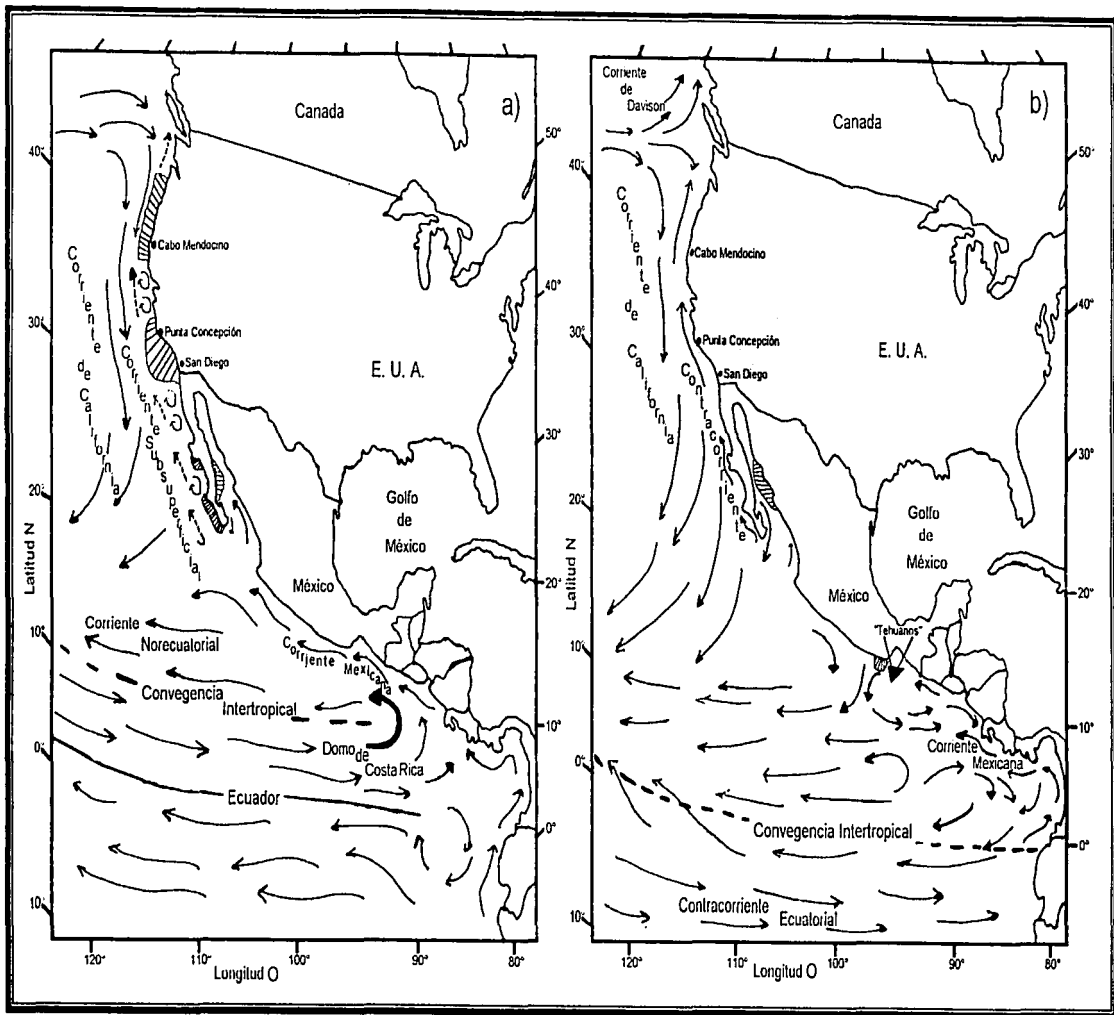


Figura 10.- Variaciones estacionales en la circulación general. a) Primavera-Verano, b) Invierno-Otoño

31-A

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Corriente de California llegar a latitudes mas bajas, moviendo hacia el sur la convergencia con la Corriente Norecuatorial frente a Cabo Corrientes. En este punto, la corriente se desvía hacia el oeste, e incluso se puede observar su influencia hasta los 15° N donde, además de alimentar a la Corriente Norecuatorial de *agua Subártica*, entra hasta la parte oeste del Golfo de Tehuantepec, aproximadamente 95° W. La Contracorriente de California en esta temporada puede detectarse en sus latitudes más altas, aproximadamente hasta isla Vancouver donde se continúa con la Corriente de Davison. La cuenca San Lázaro durante este tiempo se encuentra bajo la influencia de la Corriente de California y por lo tanto del *agua Subártica* (Fig.-10b).

En el Golfo de California durante el invierno, el viento sopla del noroeste generando surgencias sobre el continente y se observa la presencia de un flujo (50 m de profundidad) de agua salada hacia el Sur por el lado de la península (Roden y Groves, 1959). La Depresión de La Paz, por lo tanto, se encuentra bajo la influencia de este flujo y del *agua del Golfo de California*. La frontera entre la masa de *agua del Golfo* y el *agua Ecuatorial* se desplaza hasta la boca del golfo (Fig.-6by 7b). Cerca a la región del El Carmen, Fernández Barajas *et al.* (1994), describen un giro anticiclónico sobre la cuenca del mismo nombre, tomando como base la estructura térmica de la región y la distribución de los flujos, mencionan además que aparentemente este giro desplaza al *agua de Guaymas* (Molina Cruz, 1986) hacia el sur por el lado oriental del golfo. Por lo tanto, la región de El Carmen se encuentra bajo la influencia del *agua del Golfo de California* durante este tiempo.

---

## Capítulo IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### COLECTA DE MUESTRAS

El núcleo Ca94 (lajas 8k-I-6 y 9k-I-7) obtenido en la Cuenca "San Lázaro" (112° 30' - 113° 00' O y 25° 00' - 25° 20' N) fue colectado a bordo del "B/O Francisco Ulloa" perteneciente al Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada (CICESE), durante 1994. Posteriormente en 1996 durante el desarrollo de la campaña oceanográfica "Baja Puma" (Bap96), se recuperó el tercer núcleo de esta cuenca correspondientes a la laja 6c-4. Durante la campaña oceanográfica Bap94 (Baja Puma 1994), realizada a bordo del "B/O El Puma", de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se obtuvieron los núcleos de la Depresión de la Paz (110° 00' - 110° 20' O y 24° 15' - 24° 40' N, laja 9T-4) y las del El Carmen (111° 10' - 111° 20' O y 26° 25' - 26° 30' N, laja EL-NC-4). Todos los núcleos tienen una longitud promedio de tres metros y fueron colectados con un nucleador de gravedad tipo Kasten.

#### MUESTREO DE SEDIMENTOS LAMINADOS

De cada núcleo se analizaron los sedimentos laminados de la primera camisa (50 cm aproximadamente). Cada paquete de sedimentos fue dividido en lajas, con la ayuda de un arco que tiene una fina cuerda de nailon, para ser procesadas cada una de ellas con diferentes fines (radiografía, foraminíferos, radiolarios, diatomeas, geoquímica etc...). Para separar cada lámina, se le tomo una radiografía al paquete de sedimentos, posteriormente se marco sobre un acetato cada lámina observada en la radiografía, este acetato se coloca sobre el paquete de sedimento como guía para cortarlo con un bisturí fino tratando de no dañar la laminación, cada sección se introduce en su bolsa la cual ha sido etiquetada previamente con los datos de colecta. Se mantienen en refrigeración hasta su procesamiento.

## PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

Para la elaboración de las placas micropaleontológicas de radiolarios, se siguieron los métodos propuestos por Moore (1973), Molina Cruz (1977) y Roelofs y Pias (1986), reduciéndose las dimensiones de todo el material, debido a que las finas laminaciones del núcleo contenían poco sedimento. Inicialmente se somete el sedimento al ácido clorhídrico y al peróxido con la finalidad de eliminar los carbonatos y la materia orgánica que diluyen al material silíceo. Posteriormente se lavan con agua corriente y tamizan con una luz de malla de 40  $\mu$ , el residuo se filtro para concentrar y recuperar lo máximo de sedimento dejándose secar a temperatura ambiente. Una vez seco el sedimento se coloca en un medio de depósito, constituido por una caja de petri chica (60\*15 mm) que en su interior contiene un portaobjeto cortado al tamaño de la caja de petri, dejándose reposar por 1 hr o más.

El drenado del agua se hizo por capilaridad utilizando un hilo de estambre, posteriormente se retira el portaobjetos con el sedimento y se seca con una plancha. Se fija con bálsamo de Canadá, utilizando un cubreobjeto de un tamaño adecuado de manera que abarque lo más posible al portaobjetos, para obtener una área mayor al momento de su revisión microscópica. En algunos casos se pudo obtener una placa testigo; sin embargo, en la mayoría de las muestras no se contó con ella, debido al escaso sedimento restante después del lavado. Antes de iniciar y después de finalizar cada etapa del método, se peso el sedimento en una balanza analítica.

## ANÁLISIS MICROPALAEONTOLÓGICO

La revisión al microscopio se efectuó recorriendo la placa micropaleontológica de lado a lado, hasta contar los radiolarios presentes en toda la placa o en su caso, hasta un máximo de 300 especies. La identificación taxonómica de radiolarios se efectuó por comparación con fotos de especies reportadas en publicaciones especializadas, consultando la diagnosis para corroborar la identificación.



## ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar la relación del material "grosso" ( $< 40\mu$ ) con respecto al material "Fino" ( $> 40\mu$ ), presentes en las laminaciones, se utilizaron los siguientes parámetros:

Peso Total de la Muestra (A) = Peso de la muestra más la bolsa que la contiene menos el peso de la bolsa sucia que contenía a la muestra.

Peso del material "grosso" (B) = Peso de la muestra lavada, tamizada y seca junto con el papel filtro menos el peso del papel filtro seco y limpio.

Peso del material fino (C) = A - B

El porcentaje de cada constituyente se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Material fino} = C * 100/A$$

$$\text{Material grosso} = B * 100/A$$

La relación material grosso-fino puede ayudar a inferir cambios en la dinámica sedimentaria de la cuenca o bien nos permite calcular la densidad de radiolarios en cada laminación del núcleo.

### *Obtención de Abundancias Absolutas, Relativas y Densidades*

La ABUNDANCIA ABSOLUTA (Ab.ab.) de cada especie de radiolarios por lámina sedimentaria, en cada uno de los núcleos estudiados, fue obtenida mediante su conteo directo en la placa micropaleontológica; mientras que la abundancia absoluta por lámina sedimentaria, se calculó sumando las abundancias de cada especie en la misma lámina.

Ab. ab. por lámina =  $\Sigma$  abundancia de cada especie en la misma lámina sedimentaria.

La ABUNDANCIA RELATIVA (Ab.rel.) es un porcentaje obtenido en función de la abundancia absoluta de cada especie por lámina sedimentaria. Se obtiene

multiplicando por 100 la abundancia absoluta de cada una de las especies contenida en una lámina sedimentaria, dividiendo el resultado entre la abundancia absoluta de la misma lámina.

$$\text{Ab. rel.} = \text{Ab. ab. de cada especie} * 100 / \text{Ab. ab. De la lámina sedimentaria}$$

La DENSIDAD determina la abundancia absoluta de cada lámina sedimentaria, que existiría en un gramo de sedimento. Se utilizó con la finalidad de homogenizar las muestras y poder comparar un núcleo con otro. Fue calculada considerando las fórmulas propuesta por Lozano y Hays (1976) y Roelofs y Pias (1986); ambos autores resumen en tres pasos el cálculo de la densidad:

- 1) Estimar el número de radiolarios en la muestra utilizada para elaborar el portaobjetos.
- 2) Calcular el total de organismos en el portaobjeto revisado considerando el tamaño del cubreobjetos o bien los transectos revisados sobre el cubreobjetos.
- 3) Extrapolar la cantidad de radiolarios en la muestra a un gramo de sedimento.

Algunos parámetros utilizados en las fórmulas de esos autores fueron modificados debido las características de las muestras utilizadas, quedando el siguiente método para el cálculo de la densidad.

$$\text{Densidad (radiolarios/g)} = E * 1/X$$

donde:

X = Peso utilizado en la elaboración de la placa

E = Total de radiolarios en la muestra de sedimento utilizada para la elaboración de la placa micropaleontológica.

Para calcular E se utiliza:

$$E = [A * (\pi G^2 / H)]$$

Donde:

A = # Total de radiolarios en el portaobjetos.

G = Radio del recipiente usado para el medio de depósito

H = Área del portaobjetos

Para extrapolar el resultado a un gramo de sedimento se tiene que considerar una simple regla de tres: Si E se encuentra en X (Peso utilizado en la elaboración de la placa) cuantos radiolarios tendremos en 1 gramo. Por lo que la Fórmula de la densidad relacionándola con E quedaría:

$$\text{Densidad} = [A(\pi G^2/H)] * 1 / X$$

$$\text{Densidad} = A(\pi G^2)/HX$$

Nota: Para calcular A cuando no se contó todo el cubreobjeto se utiliza la siguiente regla de tres, si tenemos x número de organismos en un número conocido de transectos cuantos radiolarios tenemos en todo el cubreobjetos.

$$A = B * C / F$$

Donde:

A = # Total de radiolarios en la placa

B = # Total de radiolarios contados en x número de transectos.

C = # Total de transectos que cruzan el portaobjetos

F = # de transectos contados.

Por lo tanto se puede utilizar la siguiente fórmula para calcula E de forma directa:

$$E = (BC/F) * (\pi G^2 / H)$$

$$E = [BC(\pi G^2) / FH]$$

Por lo que la Fórmula de la densidad relacionando la con E quedaría:

$$\text{Densidad} = [BC(\pi G^2) / FH] * 1 / X$$

$$\text{Densidad} = [BC(\pi G^2)] / FHX$$

Con todos esos datos se elaboraron curvas y matrices de densidad (radiolarios/g), abundancia relativa (Porcentaje) y absoluta (Organismos Totales). Utilizándose la matriz de abundancias relativas para el análisis estadístico.

### *Análisis de Factores*

El Análisis de Factores es una técnica estadística de ordenación, que genera un modelo reduciendo las variables originales a un grupo pequeño de combinaciones lineales, definiéndolo como un nuevo conjunto de variables, los Factores, que

pueden ser utilizados para describir todo, o casi todo el significado del conjunto grande de las variables originales (Chatfield y Collins, 1980).

La utilización de los métodos multivariados en micropaleontología, ha sido con diversos fines. Molina Cruz y Carreño (1990) documentaron la validez de emplear técnicas estadísticas para la resolución de problemas bioestratigráficos en columnas sedimentarias que contienen microfósiles. Otros han definido conjuntos de microfósiles, masas de agua, ambientes etc.. asociados por características paleocenográficas, paleoclimáticas, ecológicas etc...(Nigrini, 1970; Imbrie y Kipp, 1971, Sachs, 1973; Moore, 1973; Molina Cruz, 1984; 1986).

Con los datos de abundancia relativa para cada núcleo se construyeron matrices de Especies contra láminas sedimentarias para someterlas al Análisis de Factores. Sin embargo, no todas las especies o láminas presentaron valores significativos por lo que se realizó una depuración de datos de la siguiente manera:

1) En el caso de las láminas sedimentarias que se utilizaron para el análisis de factores, solo se consideraron aquellas que tuvieron una abundancia absoluta mayor o igual a 100 organismos, con la finalidad de que cada especie al menos tenga una oportunidad de aparecer en la revisión.

2) Para las especies se analizaron dos parámetros: la Abundancia máxima y la Frecuencia. La Abundancia máxima fue obtenida mediante el paquete estadístico STATISTICA, en su módulo de "Estadística básica", este dato es la abundancia más alta que alcanzó la especie en todos los niveles considerados. La frecuencia fue calculada por medio de la hoja de cálculo EXCEL, y nos dice cuantas veces estuvo presente la especie en la matriz de datos (considerando todas las láminas).

Con los resultados obtenidos se elaboraron gráficas, las cuales fueron divididas en cuatro cuadrantes utilizando la Moda como límite debido a que nos conserva un 80% o más del número total de especies analizadas. Considerando el sentido de las manecillas del reloj los cuadrantes definidos son:

Cuadrante I .- Comprende especies que presentan un valor alto de abundancia y poca frecuencia

Cuadrante II.- Se encuentran especies muy abundantes y muy frecuentes.

Cuadrante III.- Las especies son poco abundantes pero con valores altos de frecuencia.

Cuadrante IV.-Se tienen especies poco abundantes y poco frecuentes.

Con base en este análisis se eliminaron aquellas especies que pertenecían al cuarto cuadrante y el resto se utilizó en el análisis de factores.

Una vez depuradas las matrices se les aplicó el análisis de Factores en su modo "Q", con la finalidad de reducir variables y explicar el sistema. Se calcularon también los "Factor Scores" para determinar las especies afines a cada factor.

## CRONOLOGÍA

Las edades para cada núcleo fueron proporcionadas por el Dr. Juan Carlos Herguera, investigador del CICESE, utilizando la siguiente metodología, inicialmente contó manualmente los sedimentos laminados, posteriormente se fecharon alguno de ellos mediante Plomo <sup>210</sup>, con el cual se calculó la velocidad de sedimentación de cada núcleo. Ambos parámetros permitieron asignar una edad a cada muestra.

Para los núcleos colectados en la Cuenca San Lázaro, el Ca94-9k registro una edad entre 1765 y 1905, para el Ca94-8k la edad obtenida fue entre 1827-1958 y el Bap96-6c comprende una edad entre 1928 y 1995 con una resolución anual-interanual. Para el núcleo Bap94-9T colectado en la Depresión de la Paz, registro una edad entre 1175 a 1993 y finalmente para el núcleo Bap94-EL-NC colectado en El Carmen, se obtuvo una edad entre 1690 y 1993. Como dos de los tres núcleos colectados en Cuenca San Lázaro no registraron los últimos 200 años por estar descabezados, se unieron los tres cronológicamente con la finalidad de tener un registro que explicara las condiciones climático-oceanográficas ocurridas en los últimos doscientos años, esta unión se realizó como se muestra en la Tabla 1.

Obteniendo de esta forma un registro que abarca desde 1995 hasta 1765, el cual comprende los últimos años del siglo XVIII, todo los siglos XIX y XX (230 años en total).

Tabla 1.- Registro de la Cuenca San Lázaro.

Período	Núcleo
1995 a 1984	Bap96-6c
1982 a 1947	Ca94-8K
1942-1928	Bap96-6c
1925 a 1855	Ca94-8k
1853 a 1765	Ca94-9k

#### SERIES DE TIEMPO.

La Transformada rápida de Fourier se utilizó con la finalidad de detectar posibles periodicidades en los datos obtenidos del Análisis de Factores, y así encontrar la variabilidad climático-oceanográfica entre el Pacífico y el Golfo de California para el siglo XIX y finales del XX, considerando las asociaciones de radiolarios. Los datos se obtuvieron por medio del paquete matemático MATLAB.

Para cada asociación de radiolarios se calculó su Densidad Espectral, Frecuencia y Período, con los que se elaboraron gráficas. En la Depresión de la Paz no se aplicó este análisis debido a que son muy pocas muestras las que abarcan los últimos doscientos años y el paquete necesita al menos 64 datos.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## Capítulo V

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## CUENCA SAN LÁZARO

## Micropaleontología y Masas de agua

El análisis micropaleontológico de la secuencia compuesta con los tres núcleos (140 láminas de sedimento) permitió identificar 162 especies de radiolarios (Anexo I). Con los datos de la abundancia relativa se construyó una matriz de 140 variables por 150 casos tomando en cuenta además el análisis de % Frecuencia-Abundancia máxima y las láminas que contenían más de 100 organismos (Anexo II). El análisis de Factores fue resuelto para 6 factores (Tabla.- 2), los cuales explican el 74.84 % de la varianza Total.

Tabla 2.- Eigenvalores obtenidos en el análisis de Factores del núcleo San Lázaro

Factores	Eigenvalores	% Total de varianza	Eigenvalores Acumulativos	% Acumulativo
1	77.05819505	55.04156789	77.05819505	55.04156789
2	10.33105713	7.379326524	87.38925219	62.42089442
3	7.112915268	5.080653763	94.50216745	67.50154818
4	4.108884335	2.934917382	98.61105179	70.43646556
5	3.558126134	2.541518667	102.1691779	72.97798423
6	2.605699906	1.861214219	104.7748778	74.83919845

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

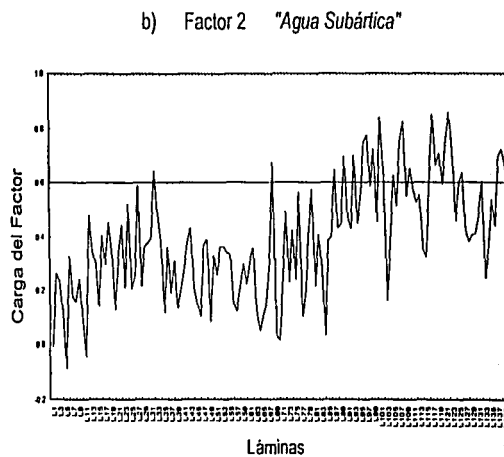
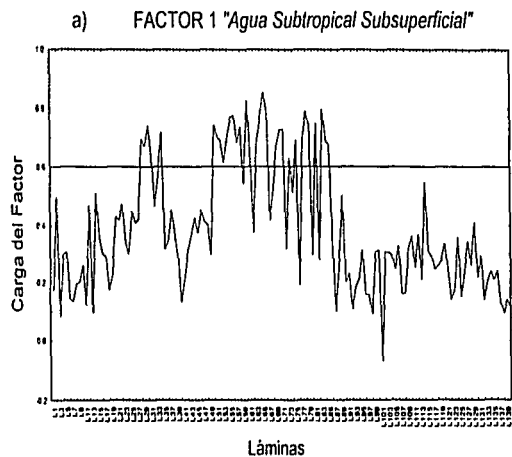
El Factor 1 explica el 55.04 % de la varianza, sus valores más altos se distribuyen principalmente al centro del núcleo, de la lámina 86 a la 50 y entre la 35 y 27 (Fig.-11a). Las especies de radiolarios que caracterizan a este factor son: *Tetraphyle octhacanta* Müller, grupo *Peridium spinipes* Haeckel, *Dydimocyrtis tetralthalamus* (Haeckel) y *Larcospira minor* Joergensen, las especies *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) y *Siphocampe lineata* (Ehrenberg) son afines a este factor pero con menor proporción (Fig.-12a).

*Tetraphyle octhacantha* ha sido asociada en varios estudios con ambientes de agua cálida, principalmente con la masa de *Agua Subtropical* (Welling y Pisias, 1993; Pisias *et al.*, 1986) e incluso ha sido asignada como especie indicadora de la masa de *Agua Subtropical* en la región central del Pacífico Ecuatorial (Welling *et al.*, 1996). *D. tetralthalamus*, es una especie tropical y junto con *T. octhacanta* han sido utilizadas como indicadores de masas de agua en el sedimento (Moore, 1978; Molina Cruz, 1977) y trampas de sedimentos (Pisias *et al.*, 1986; Welling y Pisias, 1993; 1998). *P. spinipes* es una especie que se encuentra con mayor frecuencia en la parte norte del Golfo de California (Benson, 1964).

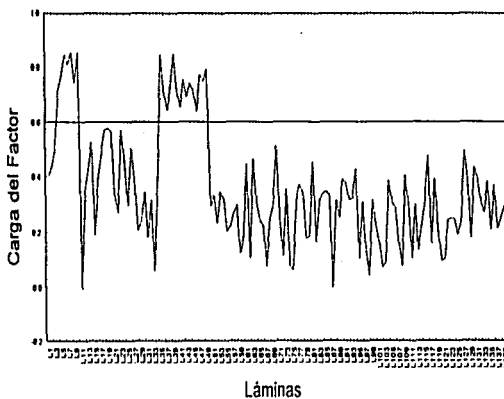
Molina Cruz *et al.* (1999), la encuentran en las asociaciones que definen a los factores "Agua Subtropical" (junto con *T. octhacantha*), "Agua de Guaymas" y "Agua del Golfo de California" considerándola como una especie de amplia distribución, sin embargo sus valores más altos caracterizan al factor "Agua de Guaymas", el cual se encuentra reflejando la influencia de la masa de agua del mismo nombre que se caracteriza por ser salina (>35 ups) y de alta productividad. Tomando en cuenta lo anterior se considera como una especie afin a ambientes cálidos. Por todo lo anterior se ha sido denominado al Factor 1 como "Agua Subtropical Subsuperficial"

El Factor 2 explica el 7.38 % de la varianza, en la parte inferior del núcleo a partir de la lámina 123 hasta la lámina 85 (Fig.-11b). La especie *Drupptractus variabilis* Dumitrica, caracteriza a este Factor, denominado "Agua Subártica" debido a que esta especie se distribuye en altas latitudes (Bailey, 1856) (Fig.-12b).





c) Factor 3 "Agua Ecuatorial"

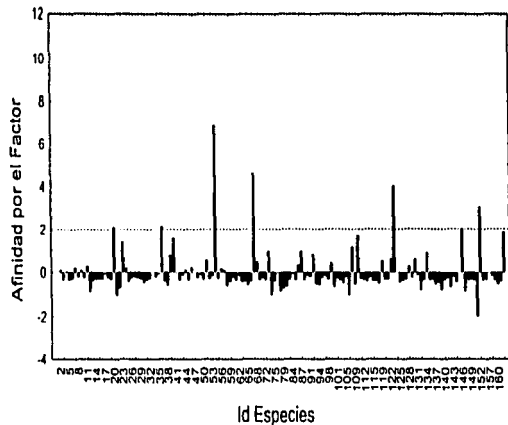


FALLA DE ORIGEN

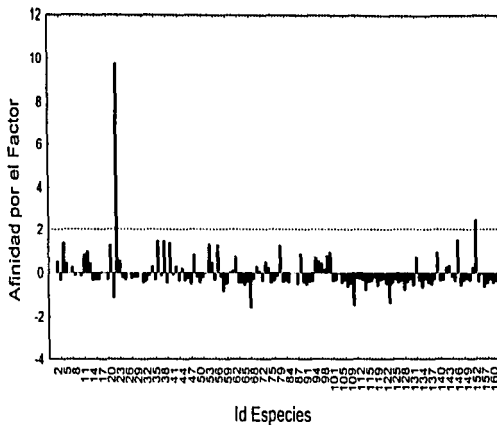
Figura 11.- Distribución de los factores 1,2 y 3 en la cuenca San Lázaro

42-8

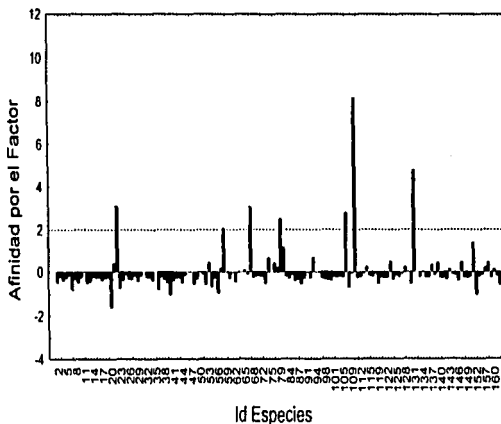
a) Factor 1 "Agua Subtropical Subsuperficial"



b) Factor 2 "Agua Subártica"



b) Factor 3 "Agua Ecuatorial"



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 12.- Afinidad de las especies por cada factor en la cuenca San Lázaro

42-B

42-B

El Factor 3 explica el 5.08 % de la varianza, sus valores más altos se encuentran distribuidos en dos partes del núcleo, entre las láminas 50–34 y 11–4 (Fig.–11c). Son siete las especies que caracterizan a este factor, pero solo *Lithomelissa thoracites* Haeckel, *Phormostichoartus* sp. A., *Lithomelissa setosa* Jörgensen y *Acrobotrissa cribosa* Popofsky lo definen mejor; mientras que *Drupptractus variabilis* Dumitrica, el grupo *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) y *Cornutella profunda* Ehrenberg, son también afines pero en menor proporción (Fig.–12c).

*L. thoracites* ha sido encontrada en sedimentos de la región tropical oeste del Océano Índico y tropical sur del Atlántico (Popofsky, 1913). Petrushevskaya (1962), la registra en sedimentos del Pacífico Oriental frente a California y en el Pacífico occidental a profundidades entre 100–200 m, menciona además que esta especie se encuentra ausente en altas latitudes por lo que la considera un especie tropical a templada con una ocurrencia mundial. En el Golfo de California, Benson (1966), la encuentra con mayor frecuencia en la parte sur, aclarando que su ocurrencia en la parte norte de golfo se relaciona con las surgencias.

Molina Cruz (1986) la registra en la cuenca de Guaymas, mencionando además la presencia en esta cuenca de una masa de agua caracterizada por su alta salinidad (34.8–34.9 ups) y productividad. Tomando en cuenta lo anterior se considera a *L. thoracites* como una especie tropical con un amplio rango de salinidad y temperatura. *L. setosa* es una especie que habita en masas de aguas frías (Petrushevskaya y Bjørklund, 1974; Bernal Ramírez, 1993), e incluso la han considerado como constituyente de la fauna de aguas intermedias (Weinheimer y Cayán, 1997).

*Acrobotrissa cribosa* ha sido registrada por Popofsky (1913) para el Atlántico Tropical; Benson (1964), la encuentra distribuida en la región sur de del golfo de California, mencionando que se distribuye principalmente en la región tropical de los mares y que no ha sido reportada para altas latitudes. Boltovskoy y Jankilevish (1985), la registra en región oriental del Pacífico ecuatorial y se encuentra caracterizando al factor Tropical. Por lo cual se considera un especie tropical.

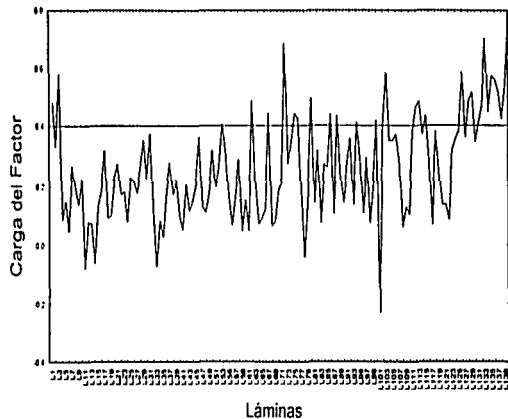
Considerando la distribución y afinidad de cada especie por el factor y a que esta asociación es una mezcla de especies a aguas cálidas y frías se denominó a este factor como "Agua Ecuatorial".

El Factor 4 explica el 2.54 % de la varianza, se distribuye principalmente en la base del núcleo, entre las láminas 140–125 (Fig.-13d). Las especies *Siphocampe lineata* (Ehrenberg), *Cornutella profunda* Ehrenberg, *Carpocanistrum* spp., Nigrini y *Druppatractus irregularis* Popofsky caracterizan a este factor (Fig.-14d). *S. lineata* (Ehrenberg) se distribuye en zonas antárticas y árticas (Boltovskoy, 1987; Bernal Ramírez, 1993), es característica de frentes oceánicos (Petrushevskaya y Björklund, 1974). Molina-Cruz (1991), menciona que la distribución de *S. lineata* no está bien definida pero es abundante en sedimentos de zonas de transición de masas de agua.

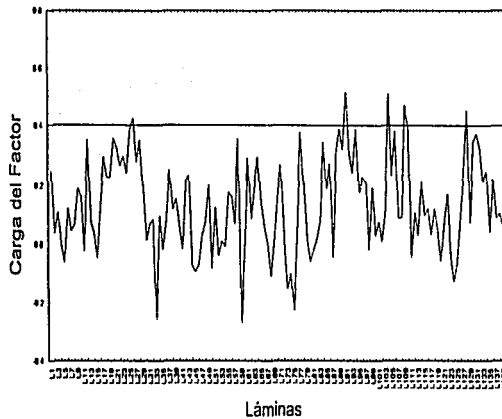
La especie *C. profunda* es la que presenta mayor afinidad por áreas subantárticas-antárticas, se considera una especie subsuperficial y de aguas profundas (Boltovskoy, 1987; Itaki, 2003). En el Pacífico Central se distribuye en profundidades de 50 a 200 m, con su mayor abundancia entre 125 y 200 m (Renz, 1976). En la Corriente de California, frente a las costas de San Diego, se distribuye entre los 200 y 500 m (Kling y Boltovskoy, 1995); asimismo, se encuentra presente en sedimentos del ártico y mares nórdicos (Björklund, 1976; Bernal Ramírez, 1993).

Por ello, puede considerarse una especie subsuperficial afin a masas de aguas frías. *Carpocanistrum* spp. ha sido incluida dentro de un grupo de especies que se distribuyen en latitudes tropicales en el Océano Índico (Johnson y Nigrini, 1982), es la única especie no registrada en ambientes fríos, sin embargo su afinidad por este factor puede estar dada por que esta representando las condiciones más superficiales en la columna de agua. Considerando el incremento en la abundancia de las especies *Cornutella profunda* Ehrenberg y la presencia de *Siphocampe lineata* (Ehrenberg) se ha denominado a este factor como "Agua Intermedia".

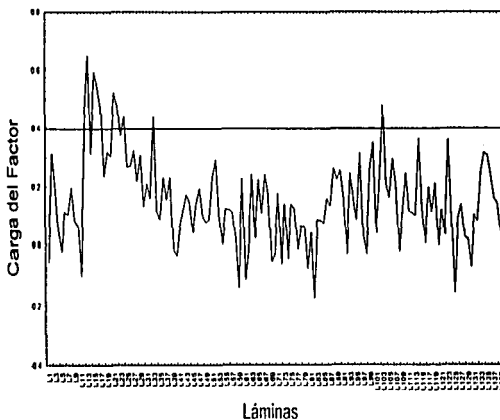
d) Factor 4 "Agua Intermedia"



e) Factor 5 "Frente"



f) Factor 6 "Agua Subártica Transicional"

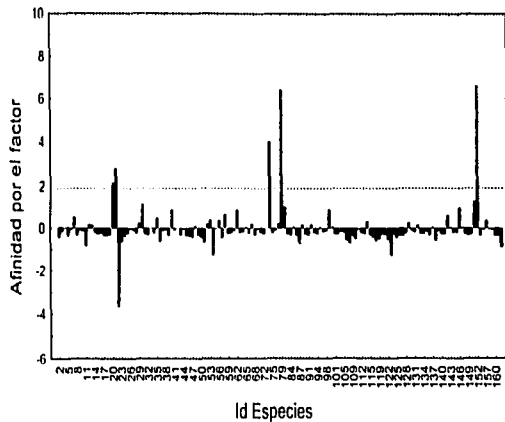


TESTES COM  
FALTA DE ORIGEN

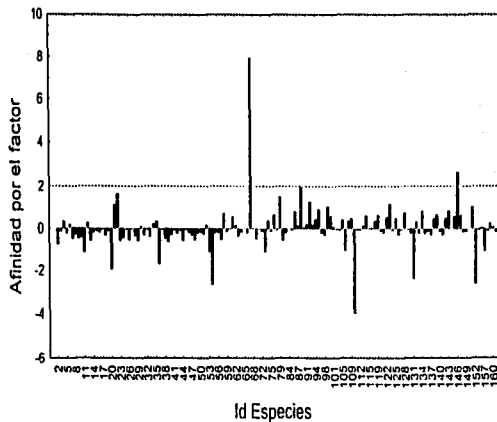
Figura 13.- Distribución de los factores 3,4 y 5 en la cuenca San Lázaro

7-1-8

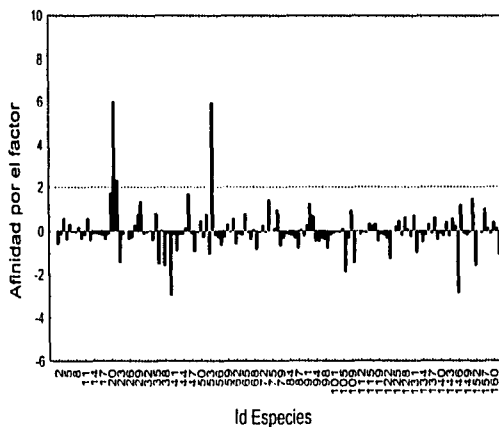
d) Factor 4 "Agua Intermedia"



e) Factor 5 "Frente"



f) Factor 6 "Agua Subartica Transicional"



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 14.- Afinidad de las especies por cada factor en la cuenca San Lázaro

9-11

44-B

El Factor 5 explica el 2.54 % de la varianza, se distribuye homogéneamente a través del núcleo, presentando sus valores más altos en la base del núcleo y en una pequeña sección en la parte superior, entre las láminas 30 y 17 (Fig.-13e). El grupo *Botryocystis auritus/australis* (Ehrenberg) y la especie *Pterocorys mynithorax* Nigrini caracterizan a este factor (Fig.-14e). Ambas han sido relacionadas con zonas de alta productividad, debido a que su abundancia se correlaciona con el flujo de carbono orgánico en trampas de sedimento (Pisias *et al.*, 1986).

Welling y Pisias (1998) confirman esta relación en los datos del Programa del Pacífico Ecuatorial (EqPac), pero únicamente para *P. mynithorax*. Por su parte Boltovskoy (1987), las encuentra en el Pacífico Oeste, mencionando que *B. auritus/australis* presenta mayor abundancia en ambientes fríos (antárticos-subantárticos) que cálidos (Ecuatoriales-Tropicales). Considerando a estas dos especies se denominó al Factor 5 como "Frente".

El Factor 6 explica el 1.86 % de la varianza, sus valores más altos se encuentran hacia la cima del núcleo entre las láminas 25 y 12 (Fig.-13f). Las especies *Drupatractus irregularis* Popofsky, *Tetraphyle octhacanta* Müller y *Drupatractus variabilis* Dumitrica, caracterizan a este factor (Fig.-14f). *D. irregularis* es una especie que se distribuye principalmente en la boca del Golfo de California. Benson (1964) menciona su afinidad por aguas oceánicas debido a que su ocurrencia disminuye hacia el interior del Golfo de California, por otro lado, Molina Cruz (1986) menciona que no es un especie característica de ambientes subtropicales sino a fin a las aguas de la Corriente de California, aunque la encuentra caracterizando al factor subtropical.

Si consideramos que *D. irregularis* y *D. variabilis* son especies características de la masa de *agua Subártica*, esta factor podría denominarse "Agua Subártica", sin embargo la afinidad de *T. octhacanta*, nos indica que existe un aporte de *agua Subtropical* importante, es por ello que se denomina a este factor como "Agua Subártica Transicional".

## Paleoceanografía

La secuencia compuesta registra una incursión de *agua Subártica e intermedia* a la cuenca por lo que las especies *Drupptractus variabilis* Dumitrica, *Siphocampe lineata* (Ehrenberg), *Cornutella profunda* Ehrenberg, y *Drupptractus irregularis* Popofsky incrementan sus abundancias, este período frío dura hasta 1863 y cronológicamente coincide con el evento climático denominado "La Pequeña Edad de Hielo" (Fig.-15).

"La Pequeña Edad de Hielo" inicialmente fue un término descrito por Matthes (1939) para definir el último y más drástico episodio de avance glacial en el ahora llamado período de Neoglaciación (Denton, 1967; Grove, 1988). En México, este avance glacial ha sido registrado en montañas menores de 5000 m en condiciones húmedas y frías en un rango de edad menor a 2,000 años (Vázquez Selem, 1997).

Delgado Granados (1997) observa en la pendiente norte del Popocatepetl, que el flujo de lava andesítica sobre la cual descansa el glaciar conocido como Ventorrillos, presenta una serie de estrías que indican un avance hacia altitudes bajas (4300 m sobre el nivel del mar) en un pasado reciente. Vázquez Selem (2000), menciona que el glaciar Ayoloco ubicado en el Iztaccíhuatl tuvo su máximo avance durante "La Pequeña Edad de Hielo", bajo condiciones secas y frías, estimando un decremento en la temperatura de 1–2 °C. Esta condición de sequía en el centro de México, ocasiona que el nivel del lago de Pátzcuaro, Michoacán, comience a descender a finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII (O´Hara, 1993).

Posteriormente Lamb (1977), utiliza el mismo término ("Pequeña Edad de Hielo") para definir un decremento en la temperatura observado en Europa entre 1550 y 1850, aunque todavía existe duda por definir el inicio y fin de este período (Quinn y Neal, 1992, Bradley y Jones, 1992). Algunos trabajos como los de Eddy (1976); Hoyt y Schatten (1997) y Cronin (1999), mencionan que el decremento en la temperatura pudo ser ocasionado por una variación en la actividad solar, debido a que entre el siglo XIII y el XIX la actividad solar presentó cuatro períodos (Wolf 1290–1350,



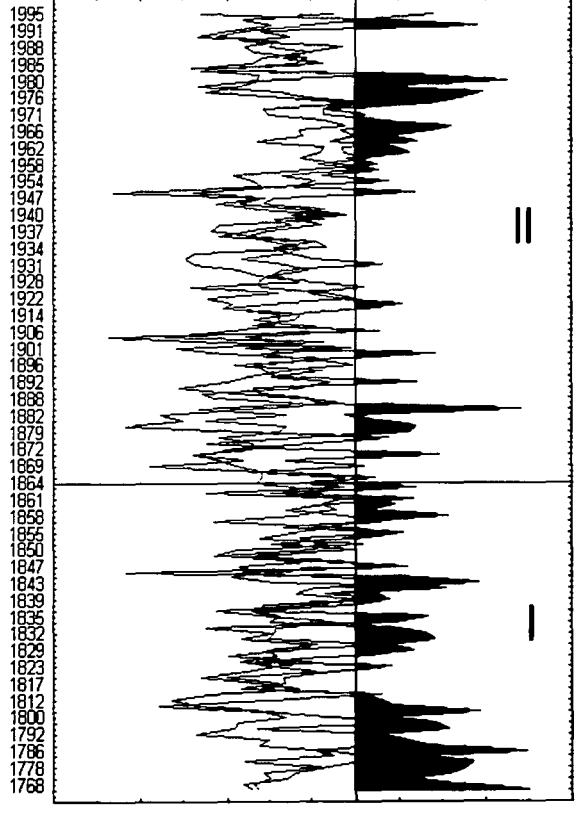
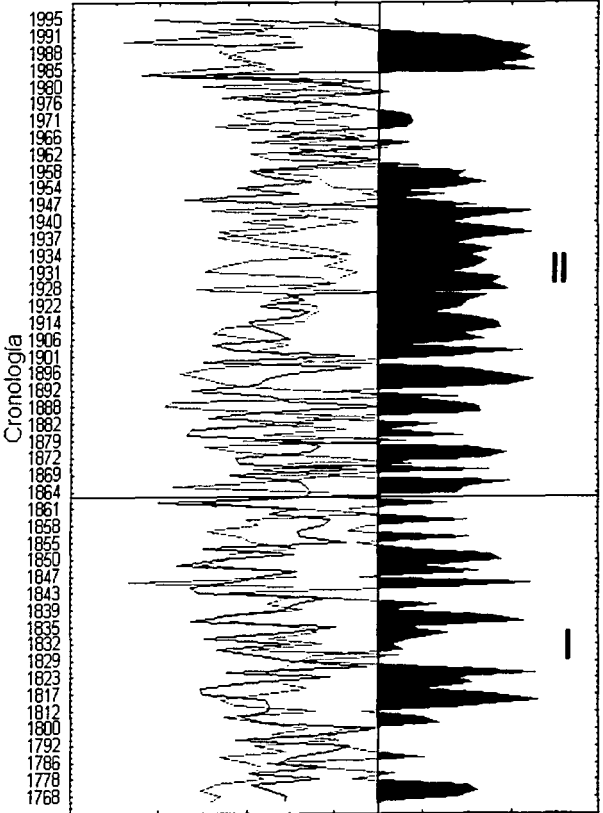
# Núcleos Ca948k, Ca959k y BAP96-6c

Carga del Factor

Carga del Factor

-0.2 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

-0.2 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0



Factor 1 "Agua Subtropical Subsuperficial"  
 Factor 2 "Agua Subártica"  
 Factor 3 "Agua Ecuatorial"

Factor 4 "Agua Intermedia"  
 Factor 5 "Frente"  
 Factor 6 "Agua Subártica Transicional"

**Figura 15.-Periodos paleoceanográficos en la Cuenca San Lázaro.**  
 I) Frio II) Cálido.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

46A

---

Spoerer 1400–1510, Maunder 1645–1715 y Dalton 1795–1823), en los cuales el decremento del porcentaje de la radiación solar es evidente (Fig.–16).

Aunque fue descrito principalmente en Europa, en América del Norte existen trabajos en los que se ha documentado el decremento en la temperatura tanto en el continente como en los sedimentos marinos. En Estados Unidos los registros glaciares muestran que el siglo XIX ha sido el período más frío y en algunas regiones del norte evidencias dendroclimáticas sugieren que también el siglo XVII lo fue (Jones y Bradley, 1992).

Reconstrucciones de la circulación atmosférica con base en los anillos de crecimiento en árboles de varios sitios de América del Norte, indican una dominancia de los vientos del Norte sobre la región oriental y central del continente, lo que conlleva a un desplazamiento de los contralisios a bajas latitudes en el Pacífico y al enfriamiento del continente (Gribbin y Lamb, 1978; Lamb, 1995).

En sedimentos del Pacífico "La Pequeña Edad de Hielo", se ve reflejada en la cuenca de Santa Bárbara, California, como un decremento en la temperatura superficial del océano entre 1625 a 1785, esta aseveración se basa en las asociaciones de foraminíferos plánticos y en particular en el incremento de la abundancia de *Globigerina quinqueloba* (Kipp y Tower, 1975). Schrader y Baumgartner (1983), también ven registrado este decremento en la temperatura, al analizar sedimentos de la región central del golfo.

Algunos registros históricos mencionan cambios climáticos en territorio mexicano durante los siglos XVIII y XIX, que afectaron principalmente la agricultura del México colonial, una de ellas se ubica entre 1785–86 en el cual existieron nueve meses de sequía y otoños helados (Swan, 1981), posteriormente se registraron tres años de sequías (1808–1811) que preceden y coinciden con la Independencia de México (Florescano, 1980; Jáuregui, 1997; O'Hara y Metcalfe, 1997). Swan (1981), utiliza los registros administrativos (1799–1811) de tres haciendas localizadas al centro de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

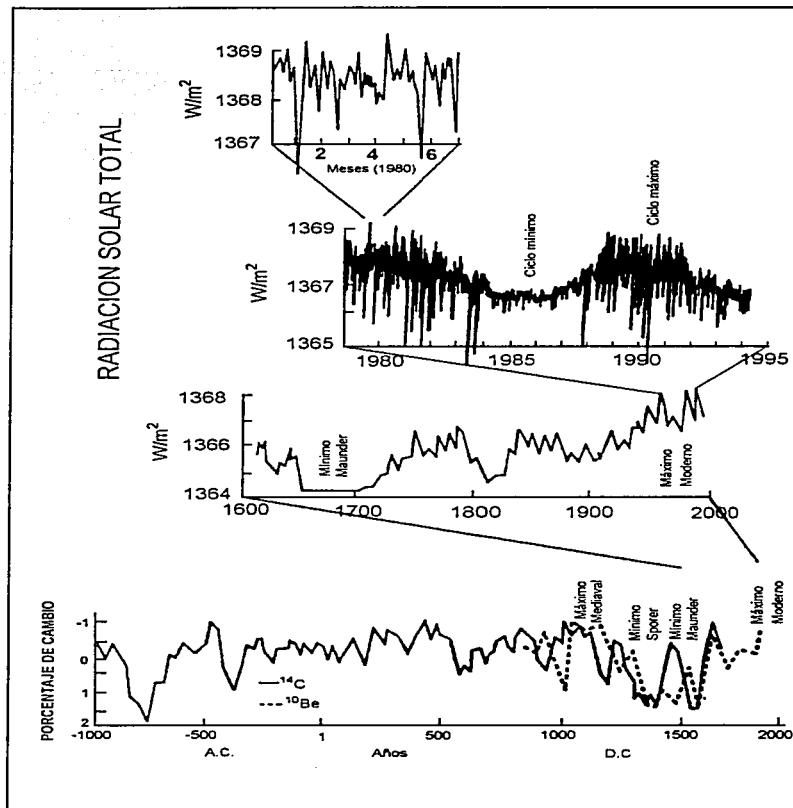


Figura 16.-Variación de la radiación solar durante tres milenios con base en los registros de isótopos cosmogénicos (<sup>10</sup>Be y <sup>14</sup>C). En los últimos 400 años se muestra el Mínimo Maunder y el Máximo Moderno, así como, durante los últimos 20 años y durante el año de 1980 se muestra un ciclo solar moderno (Tomado de Cronin, 1999).

47A

México, encontrando que las tres reflejan períodos de sequías y heladas tempranas que afectaron la producción de grano.

O'Hara y Metcalfe (1997), concluyen que durante la mitad de 1700's hasta finales de 1800's, las sequías se intensifican experimentando el país mayor pérdida de cosechas y hambrunas, ocasionadas por el desplazamiento hacia el sur de los vientos provenientes del Oeste que proporcionan humedad al continente y por la incidencia de vientos del norte que bajan la temperatura adelantando las heladas; los autores correlacionan además, esta época con "La Pequeña Edad de hielo". Considerando a Crowley y North (1991), quienes mencionan que el período comprendido entre 1700 -1800 de "La Pequeña Edad de Hielo" fue frío y seco, los datos históricos no difieren de lo ya propuesto.

Tomando en cuenta la circulación atmosférica descrita por Gribbin y Lamb (1978) y Lamb (1995), así como, la disminución de la temperatura superficial del océano en aproximadamente 1°C (Druffel, 1982), se sugiere que la Corriente de California fue más intensa y alcanzó a llevar *agua Subártica* de características polares a latitudes más bajas, lo cual concuerda con el aumento en la abundancia de *Siphocampe lineata* y *Cornutella profunda*, que son especies subsuperficiales y sugieren la presencia de *agua Intermedia* en la cuenca San Lázaro entre 1765 y 1863.

A partir de 1863 se registra en la Cuenca de San Lázaro, un período cálido, reflejándose como una alternancia de masas de aguas cálidas que serán descritas posteriormente.

En resumen, la Cuenca de San Lázaro registra dos períodos climático-oceanográficos importantes (Fig- 15). El primero de ellos, es un período frío que se inicia a finales del siglo XVIII (1765) y termina a mediados del siglo XIX (1863) y el segundo, es un período cálido que comienza en 1864 y termina en 1995.

## Sedimentos

Desafortunadamente no se pudo contar con una gráfica de distribución del sedimento mayor de  $40\mu$ , a lo largo de la secuencia construida con los tres núcleos. Esparza Álvarez (1999), al hacer una revisión de las diatomeas presentes en sedimentos laminados de esta localidad, no encuentra especies fluviales, lo cual podría explicarse por dos causas la primera es que la mayoría de los ríos desembocan en grandes lagunas costeras, (solo uno de ellos, La Purísima presenta un drenaje directo al mar), las cuales puede estar actuando como una trampa de fauna y la segunda causa es que no fue una revisión estacional sino anual lo cual pudo quedar diluida la presencia de especies fluviales.

Tomando en cuenta la condición árida de la Península de Baja California y a la existencia de pocos ríos permanentes cercanos a la cuenca, el aporte de sedimentos puede considerarse de vía eólica, sin embargo, el aporte fluvial puede volverse importante durante el Invierno-Primavera cuando la Corriente de California se acerca a la costa dando origen a lluvias de poca intensidad pero constantes (Salinas Zavala *et al.*, 1990).

## DEPRESIÓN DE LA PAZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Micropaleontología y Masas de agua

En esta cuenca se colectó el núcleo BAP94-9T, muestreándose 95 láminas de sedimento de una losa de aproximadamente 50 cm de longitud. El análisis micropaleontológico realizado a las láminas de sedimento permitió identificar 56 especies de espumelarios y 114 especies de naselarios (Anexo I).

Para aplicar el análisis de factores en su modo Q, se elaboró una matriz con las abundancias relativas de las especies, considerando además las láminas que contenían más de 100 organismos y el análisis de % Frecuencia- Abundancia relativa máxima (Anexo II). La matriz quedó constituida por 145 casos y 94 variables. Los tres factores obtenidos en el análisis multivariado explican el 80.09 % de la varianza total (Tabla 3).

Tabla 3.- Eigenvalores y varianza obtenidos en el análisis de Factores del núcleo Bap94-9T

Factores	Eigenvalores	% Total de varianza	Eigenvalores Acumulativos	% Acumulativo
1	65.759215	69.9566117	65.759215	69.9566117
2	6.281833645	6.68280175	72.04104864	76.63941345
3	3.244960348	3.452085476	75.28600899	80.09149893

El Factor 1 explica el 69.96 % de la varianza, sus valores comienzan a decrecer hacia la cima del núcleo (lámina 44) para volver a incrementarse a partir de la lámina 16 (Fig. 17a), las especies de radiolarios que caracterizan a este factor son: *Peridium spinipes* Haeckel y *Tetraphyle octhacanta* Müller (Fig. 18a). Molina Cruz *et al.* (1999), asocian a estas dos especies en su Factor denominado "Agua Subtropical", sin embargo, hacen notar que *P. spinipes* también se encuentra en otros dos factores

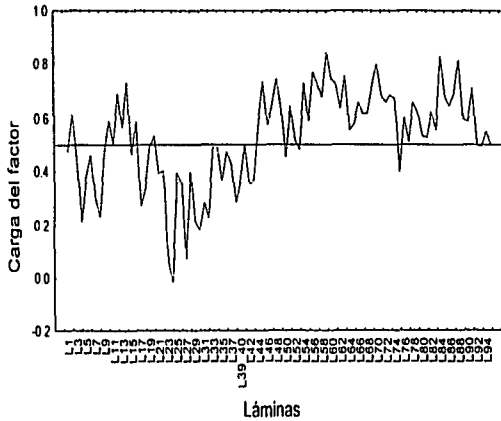
("Agua de Guaymas" y "Agua del Golfo de California"), por lo que la consideran como una especie de amplia distribución. Este Factor ha sido denominado como "Agua Ecuatorial" por la presencia de ambas especies.

El Factor 2 explica el 6.68 % de la varianza,. Es más conspicuo hacia la cima del núcleo a partir de la lámina 45 hasta la lámina 20 donde sus valores comienzan a decrecer (Fig.- 17b ). Este factor es caracterizado por las especies: *Druppatractus irregularis* Popofsky, *Druppatractus variabilis* Dumitrica, *Tetraphyle octhacanta* Müller y *Lithomelissa thoracites* Haeckel, por lo que ha sido denominado como "Agua Subártica". Las dos primeras se distribuyen con el *agua subártica* que es transportada hasta la boca del golfo por la Corriente de California hasta la boca del golfo, mientras que *T. octhacanta* y *L. thoracites* habitan aguas superficiales cálidas pero presentan menor (>2.5) afinidad por este factor (Fig.- 18b ).

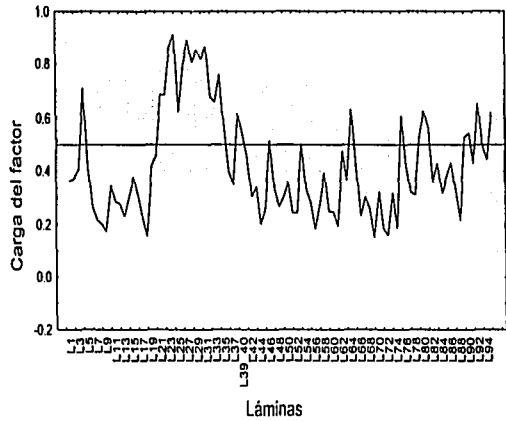
El Factor 3 explica el 3.45 % de la varianza, sus valores se incrementan hacia la cima del núcleo, en tres secciones, la primera comienza en la lámina 78 y termina en la 66, la segunda inicia en la lámina 53 y finaliza en la 36, para aumentar de nuevo a partir de la lámina 19 y terminar en la 5, en esta última sección alcanza sus valores más altos (Fig.- 17c ), la especie *Plectacantha oikiskos* Jörgensen, es la dominante en este factor (Fig. 18c), por lo que a este Factor se le ha denominado "Agua Transicional".

Kruglikova (1989) menciona que esta especie es muy abundante en el ártico, tanto en muestras de plancton como en sedimento, y que se distribuye al oeste de Noruega y en los mares de Groenlandia, de Barents y de Chukchi. En el Golfo de California, esta especie muy frecuente en la parte norte (Benson, 1964). La Depresión de la Paz, dentro del golfo se caracteriza por tener una variación estacional muy pronunciada en la temperatura superficial (14°-30°) y en la evaporación, la cual alcanza sus máximos valores durante el verano, presentando una tasa de evaporación neta de 0.95m y<sup>-1</sup> (Roden, 1958; 1964; Bray, 1988a,b) tomando en cuenta lo anterior, se puede considerar a *P. oikiskos* como una especie capaz de soportar cambios drásticos de salinidad y temperatura.

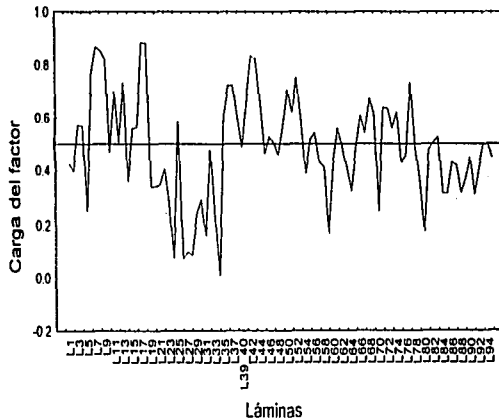
a) Factor 1 "Agua Ecuatorial"



a) Factor 2 "Agua Subártica"



a) Factor 3 "Agua Transicional"



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 17.- Distribución de los factores en el núcleo BAP94-9T (Depresión de La Paz)

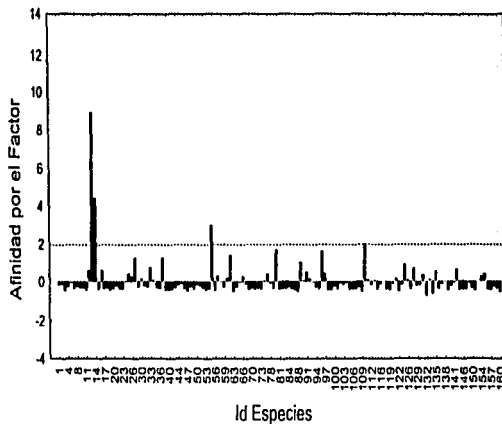
SI-A



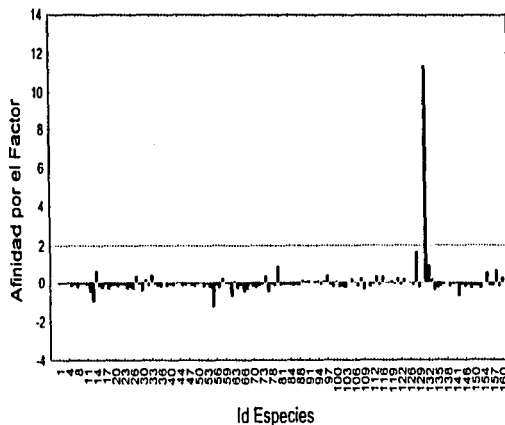
a) Factor 1 "Agua Ecuatorial"



b) Factor 2 "Agua Subártica"



b) Factor 3 "Agua Transicional"



TIPICIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 18.- Afinidad de las especies por cada factor en el núcleo BAP94-9T (Depresión de La Paz)

51-B

51-B

# Núcleo BAP94-9T

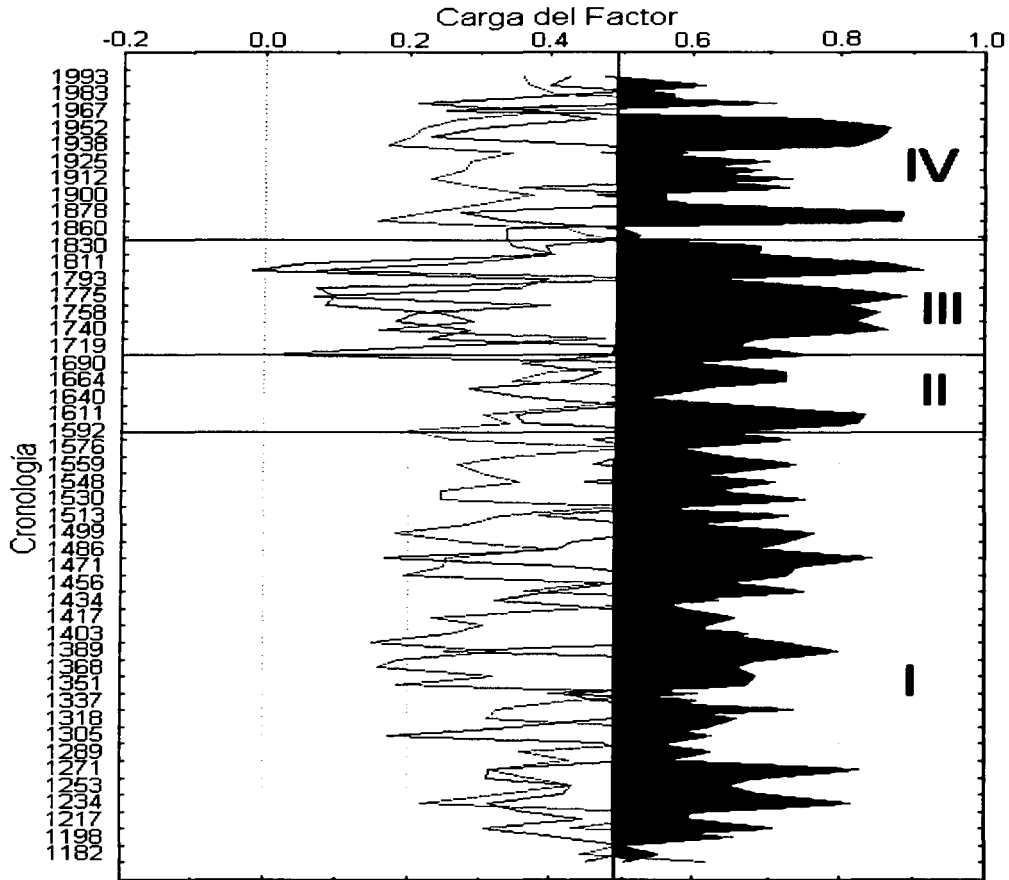


Figura19.- Períodos paleoceanográficos en la Depresión de La Paz. I) Cálido, II y IV) Transición, III) Frío.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Paleoceanografía

El núcleo obtenido en la Depresión de La Paz tiene una edad entre 1176 a 1993, por lo que registró eventos desde el siglo XII hasta el XX. Analizando el registro micropaleontológico dentro de un marco cronoestratigráfico se definieron 4 períodos climático-oceanográficos (Fig.-19). El primer período (I) se distingue porque la cuenca presenta una incursión de *agua Ecuatorial* que dura de 1175 hasta 1592, lo cual, permite a *Peridium spinipes* Haeckel y *Tetrapyle octacantha* Müller aumentar sus abundancias (Anexo VI).

Entre el siglo IX y mediados del XV en regiones del Norte de Europa se registra un prolongado evento de calentamiento, denominado "Período Cálido Medieval" (950-1350 D.C.) (Lamb, 1965). En otras partes del mundo, como Escandinavia, Atlántico Norte, China, en las montañas rocosas de Canadá y en Sierra Nevada, California (E.U.A), también se registran aumentos de temperatura sobre todo en el verano durante algún momento de este período (Hughes y Díaz, 1994). Por otro lado, el aumento en la temperatura coincide aproximadamente con el período señalado como el "Máximo solar Medieval" (1100 a 1250 D.C), definido por Jirikowic y Damon (1992) como un aumento en la actividad solar, detectado por el decremento en la producción de isótopos cosmogénicos de  $C^{14}$  y  $Be^{10}$  (Jirikowic y Damon, 1992). Sin embargo, algunos autores no consideran este evento como un cambio global sino más regional, es por ello que el tratar de establecer su efecto global forma parte todavía del interés de muchos investigadores. (Fig.-16).

Desgraciadamente en México no existen datos instrumentales de este período que apoyen el incremento en la temperatura, sin embargo, a partir del siglo XIV datos históricos mencionan la existencia de un clima húmedo en el centro del país, originando grandes inundaciones que amenazaban con destruir la ciudad de México desde el inicio del siglo hasta años después de la conquista. Durante este tiempo Moctezuma I mando construir un gran dique para proteger la ciudad, esta obra estuvo a cargo de Nezahualcoyotl y tuvo una longitud de 16 Km (Iztapalapa hasta Atzacolaco) (Linne, 1948; O'Hara y Metcalfe, 1997). Otro dato que apoya estos años

muy húmedos es la variación en el nivel de los lagos; el de Texcoco y el de Pátzcuaro (Michoacán) alcanzaron su nivel máximo entre 1400 y mediados de 1500 para posteriormente desecarse e incluso desaparecer como fue el caso del lago de Cuitzeo, Michoacán en 1591 (Linne, 1948; O'Hara, 1993; Buzter y Buzter 1993). Jáuregui y Klaus (1976) relacionan condiciones húmedas o secas en la ciudad de México a fines del siglo IX y durante los primeros 20 años del siglo XX, con el desplazamiento de las celdas subtropicales de Alta Presión, lo cual ocasiona la intensificación de los vientos alisios o de los contralisios. Luego entonces, el clima húmedo registrado al centro del país durante la conquista y la dominancia del *agua Ecuatorial* en la cuenca hasta 1592, pueden ser causa de una intensificación de los vientos alisios lo cual favorece al Sistema Ecuatorial, como lo proponen Jáuregui y Klaus (1976) para el siglo XX.

Entre 1593 y 1695 se distingue un período, en el cual la especie *Plectacantha okiskos* Jörgensen, incrementa su abundancia (Anexo VI), esta especie como ya se mencionó anteriormente, puede encontrarse en regiones donde la temperatura y salinidad varían considerablemente favoreciendo su distribución y abundancia, si consideramos además que este período se encuentra entre los Períodos I y III que son opuestos (uno cálido y otro frío), se sugiere que el Período II es transicional en el cual la cuenca presenta variaciones para el establecimiento de un nuevo evento climático.

Durante 1696 y 1859 (Período III), una incursión de la Corriente de California a la cuenca es evidente por el incremento en la abundancia de las especies *Druppatractus irregularis* Popofsky y *Druppatractus variabilis* Dumitrica, (Anexo VI), debido a que ambas son afines a la masa de *agua Subártica* (Benson, 1964; Boltovskoy, 1987; Molina Cruz, 1986). Entre 1550 y 1850 se registra en Europa un decremento en la temperatura atmosférica, denominándose a este evento como "La Pequeña Edad de Hielo" (Lamb, 1977). En América del Norte, como ya se mencionó anteriormente en la cuenca San Lázaro, también se registra este decremento en la temperatura, tanto en el continente como en el océano. Considerando entonces la cronología del Período III y las especies abundantes, éste puede correlacionarse con

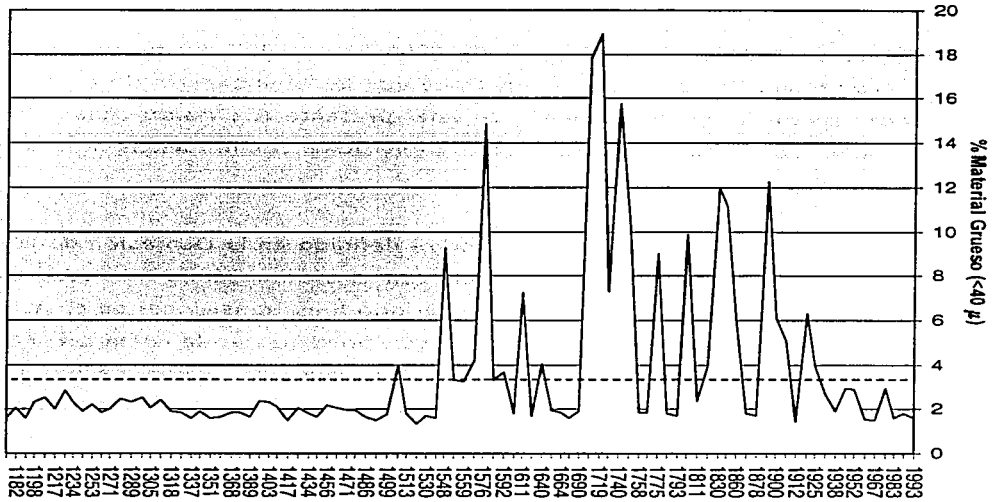
"La Pequeña Edad de Hielo". A partir de 1853 hasta 1993 existe una incursión del *agua Ecuatorial* a la cuenca, lo que permite que las abundancias de *P. spinipes* y *T. octhacanta* se incrementen, además de estar presente *P. oikiskos* (Anexo VI). Por lo que este Período IV es considerado como transicional con influencia de agua cálida y será explicado más adelante.

Tomando en cuenta lo anterior, el Período I definido en la Depresión de la Paz, fue un período cálido y coincide en su inicio con el evento Cálido Medieval, así como, con el aumento de la actividad solar, el Período II es transicional en el cual varía la temperatura y salinidad de las masas de agua presentes en la cuenca. El Período III, fue frío y se puede correlacionar con el evento climático denominado "La Pequeña Edad del Hielo", finalmente a partir de 1853 inicia el Período IV considerado como cálido (Fig.- 19).

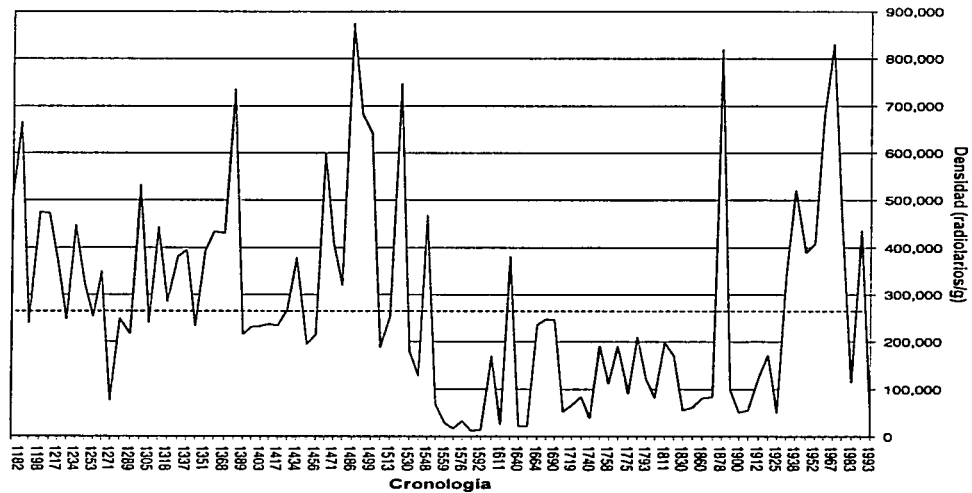
#### Sedimentos

La distribución del material mayor que  $40\mu$  a lo largo del núcleo, presenta un aumento considerable a partir de 1548 (9.26 %) hasta 1918 (6.32 %), con un máximo de 18.94 % durante 1719 (Fig.- 20a). Este incremento en el sedimento presenta una relación inversa con la densidad de radiolarios, la cual disminuye sus valores a partir de 1550 para volverse a incrementar en el año 1900 (Fig.- 20b), el cambio en ambas gráficas corresponde cronológicamente con el período frío conocido como "Pequeña Edad de Hielo" (1550-1860) e incluye al período III definido en la cuenca. Salinas Zavala *et al.* (1990), mencionan que en general Baja California Sur presenta niveles bajos de precipitación pluvial por su condición árida, sin embargo, las condiciones se vuelven húmedas durante el invierno hacia el NW por la influencia de la Corriente de California y durante el Verano y Otoño hacia el SE por la actividad ciclónica. Por consiguiente, si consideramos que durante 1690 a 1852 esta cuenca presenta una mayor influencia de la Corriente de California, el aumento de material grueso ( $> 40\mu$ ) en la gráfica, pudo ser favorecido por un prolongado período de lluvias.

a)



b)



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 20.- Distribución del Material grueso y Densidad en la Depresión de la Paz.

54-A

## EL CARMEN

### Micropaleontología y Masas de agua

En esta región se colectó el núcleo denominado BAP94-EL-NC a una profundidad de 550m, del cual se muestrearon 121 láminas de sedimento de una losa de aproximadamente 50 cm de longitud. El análisis micropaleontológico realizado a las láminas de sedimento permitió identificar 51 especies de espumelarios y 97 especies de naselarios (Anexo I).

Las abundancias relativas de las especies fueron utilizadas para el análisis de factores en su modo Q. Considerando el análisis de % Frecuencia-Abundancia máxima y aquellas láminas que contenían más de 100 organismos se elaboró una matriz de 145 casos por 108 variables (Anexo IV). El análisis se resolvió para cuatro factores los cuales explican el 75.58 % de la varianza total (Tabla 4).

Tabla 4.- Eigenvalores y varianza obtenidos en el análisis de Factores del núcleo Bap94-El-NC

Factores	Eigenvalores	% Total de varianza	Eigenvalores Acumulativos	% Acumulativo
1	68.4991616	63.4251497	68.4991616	63.4251497
2	6.30214373	5.83531827	74.8013054	69.2604679
3	3.93652907	3.64493432	78.7378344	72.9054023
4	2.8906557	2.67653305	81.6284901	75.5819353

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

El Factor 1 explica el 63.42 %. Se distribuye al centro del núcleo, pero es más conspicuo de la lámina 48 a la 14 (Fig.- 21a), las especies de radiolarios que caracterizan a este factor son: *Pseudocubus obeliscus* Haeckel, *Plectacantha oikiskos* Jörgensen y *Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya (Fig.-...22a). *P. obeliscus* y *P.*

*oikiskos* son especies muy abundantes de la región central hasta la parte norte del Golfo de California (Benson, 1964; 1966; Gil Silva, 1981; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986), donde se distribuye el *agua del Golfo*, por lo que a este factor se le denominó como "Agua del Golfo".

El Factor 2 explica el 5.84 % de la varianza, se distribuye en la mitad inferior del núcleo pero sus valores más altos los presenta de la lámina 97 a la 120-121 (Fig. 21c). Las especies que caracterizan a este factor son: *Druppatractus irregularis* Popofsky, *Druppatractus variabilis* Dumitrica y *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, en menor proporción *Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya, *Tetraphyle octhacanta* Müller y *Lithomelissa setosa* Jörgensen. Las dos primeras habitan aguas frías y son características de la corriente de California (Molina Cruz, 1986; Bjørklund y Ciesielski, 1994; Caudillo Bohórquez, 1996) (Fig. 22b). *C. davisiana* es una especie subsuperficial, que habita aguas árticas por debajo de los 200m y más tolerante que otras especies a ambientes de condiciones climáticas frías (Morley y Hays, 1983; Molina Cruz, 1991; Bernal Ramírez, 1993). Por ser las especies *D. irregularis* y *D. variabilis* las de mayor afinidad por este factor (Fig. 22b), se le denominó como "Agua Subártica".

El Factor 3 explica el 3.64 % de la varianza, sus valores más altos se encuentran en la cima del núcleo a partir de la lámina 14 (Fig. 21c), las especies afines a este factor son *Peridium spinipes* Haeckel, *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, *Tetraphyle octhacanta* Müller, *Hexacantium enthacanthum* Jörgensen, *Lithomelissa thorcites* Haeckel y *Pseudocubus obeliscus* Haeckel (Fig. 22c). La mayoría se caracterizan por habitar aguas cálidas por lo que a este factor se le nombró como "Agua Ecuatorial".

El Factor 4 explica el 2.90 % de la varianza, es más conspicuo al centro del núcleo entre las láminas 79 y 16 (Fig. 21d). La especie que caracteriza a este factor es *Plectacantha oikiskos* Jörgensen por lo que ha sido denominado como "Agua Transicional".



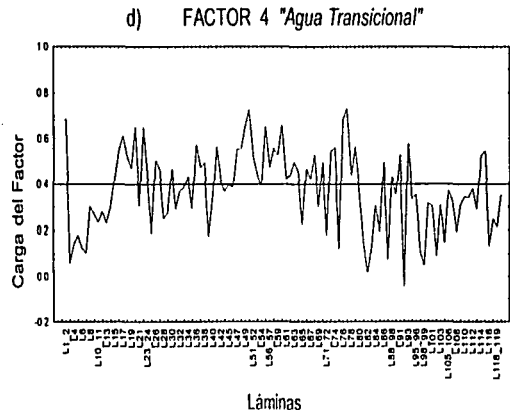
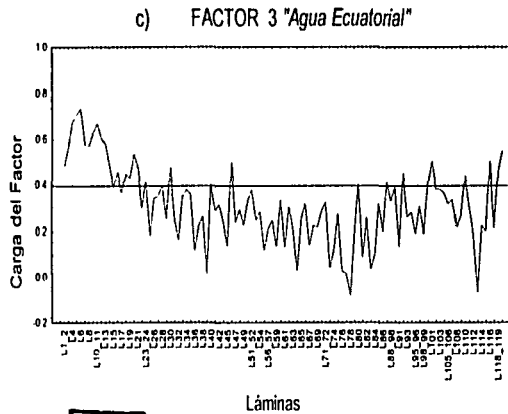
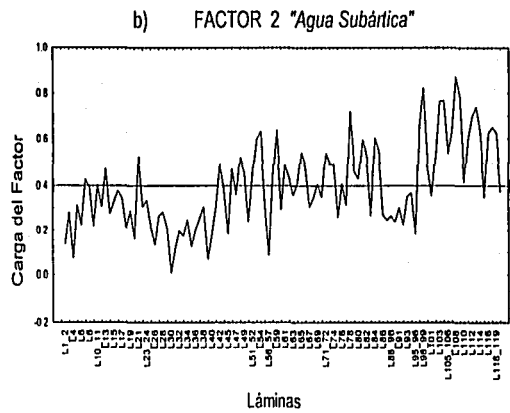
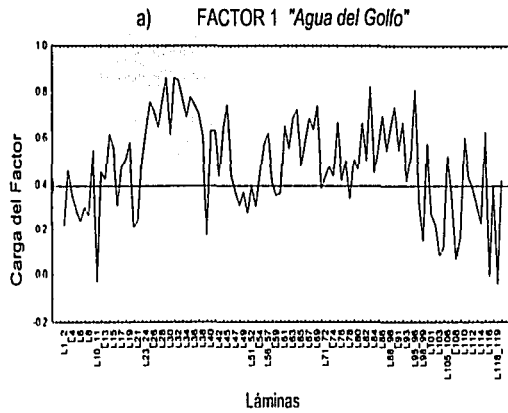


Figura 21.- Distribucion de los factores en el núcleo BAP94-EL-NC (El Carmen)

56-A

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

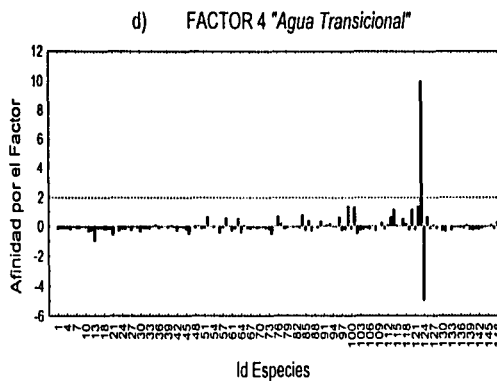
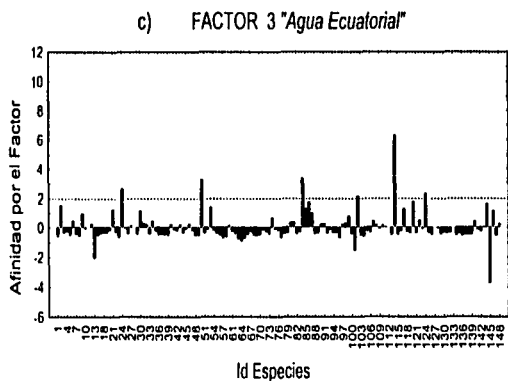
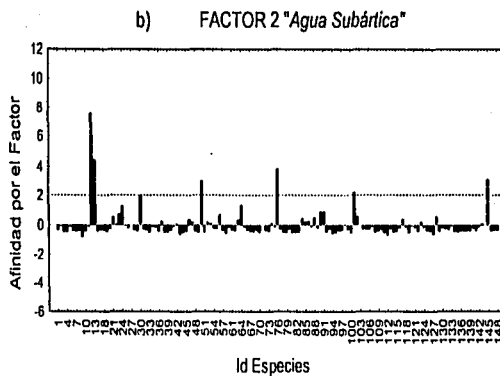
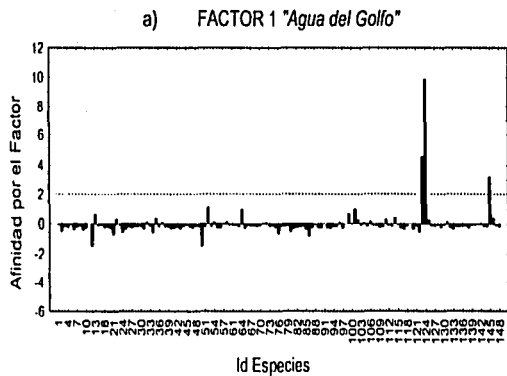


Figura 22.- Afinidad de las especies por cada factor en el núcleo BAP94-EL-NC (El Carmen)

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

56-B

56-B

## Paleoceanografía

Este núcleo comprende una edad entre 1690 y 1993, por lo que registra eventos desde el siglo XVIII hasta el siglo XX principalmente. Las asociaciones de radiolarios obtenidas relacionadas con el marco cronoestratigráfico del núcleo, definen 3 períodos climático-oceanográficos (Fig.- 23). El primero de ellos se registra entre 1690 hasta 1750, como una incursión del *agua Subártica* a la cuenca lo que permite a las especies *Druppatractus irregularis* Popofsky, *Druppatractus variabilis* Dumitrica y *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, incrementar sus abundancias (Anexo VII), considerándose un evento frío, que cronológicamente concuerda con la "Pequeña Edad de Hielo".

El segundo período se ubica entre 1751 y 1878, en él se mezclan incursiones de *agua Subártica* y del *Golfo* (Fig.- 23), así como la presencia de *Plectacantha oikiskos* Jörgensen, que es una especie abundante cuando las condiciones de temperatura y salinidad varían notablemente. Por lo tanto, este evento se considera como una etapa transicional en la cuenca.

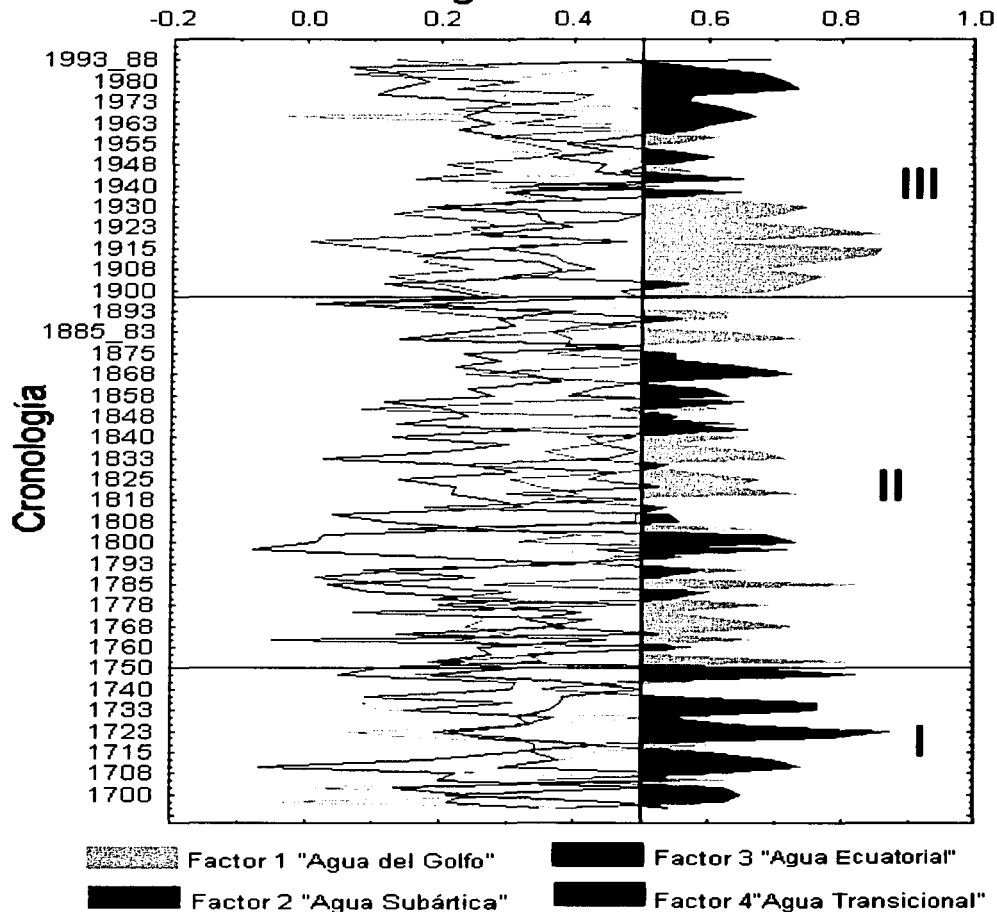
El tercer período se establece a partir de 1879 hasta 1993, como un calentamiento en la cuenca por la incursión constante de las masas de agua *del Golfo* y *Ecuatorial*. Observándose además una pequeña etapa de transición de 1935 a 1963. Las especies *Peridium spinipes* Haeckel, *Tetraphyle octhacanta* Müller, *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel y *Hexacantium enthacanthum* Jörgensen incrementan su abundancia durante este período (Anexo VII), el cual será explicado con detalle más adelante.

## Sedimentos

La distribución del material grueso ( $>40 \mu$ ) y de la densidad (radiolarios/g), no presentan cambios tan drásticos como los observados en la Depresión de La Paz, manteniéndose en general homogéneos a lo largo del núcleo (Fig.- 24).

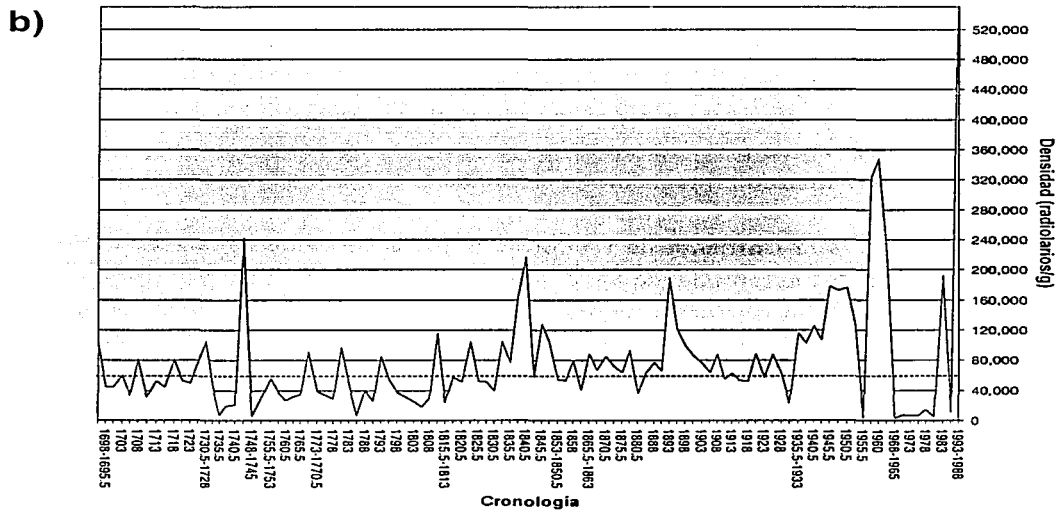
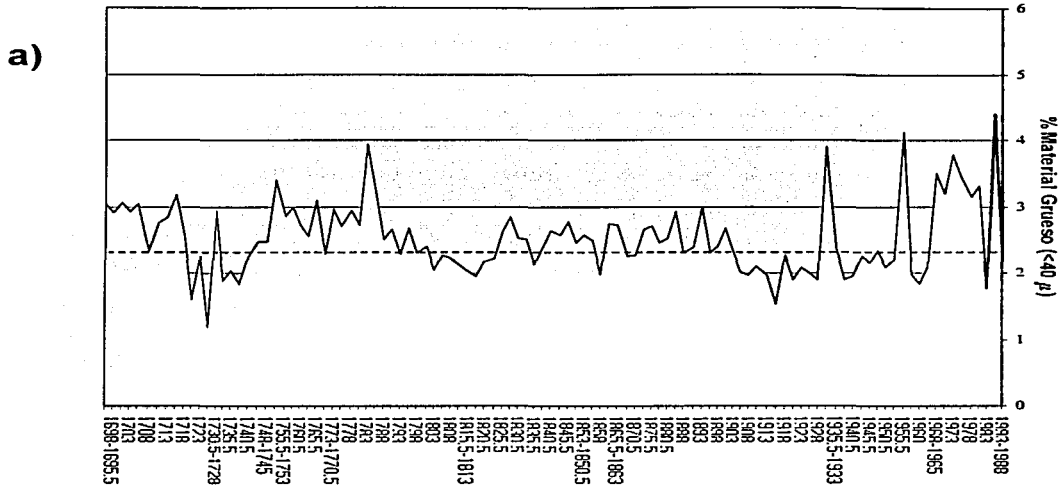
# Núcleo BAP94-EL-NC

## Carga del Factor



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 23.- Períodos paleoceanográficos en El Carmen, I) Frío, II) Transición y III) cálido.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 24.- Distribución del Material grueso y la Densidad en EL Carmen.

Correlacionando los registros de las tres cuencas (Fig.-25), se observa que las tres presentan un período Frío hasta mediados del siglo XIX, el cual concuerda con el evento climático denominado "La Pequeña Edad del Hielo", observándose el incremento en la abundancia de especies árticas y templadas en las tres regiones. El núcleo de la Depresión de la Paz, obtuvo el mayor registro cronoestratigráfico identificándose en él solamente, un período cálido muy prolongado, correlacionado Cronológicamente con el Calentamiento Medieval. En la cuenca San Lázaro como en la Depresión de La Paz se observa claramente un calentamiento a partir de 1860, en El Carmen se inicia con un período de transición donde el *agua del Golfo* presenta incursiones, para posteriormente en 1878 observarse claramente el calentamiento, en el cual el *agua Ecuatorial* y la *del Golfo* representan un papel importante. Estando de acuerdo con Jones *et al.* (1999), quienes mencionan que el siglo más caliente del milenio ha sido el XX, mientras que los más fríos han sido el siglo XVIII y parte del XIX.

#### PALEOCEANOGRÁFIA REGIONAL PARA LOS SIGLO XIX y XX.

El marco oceanográfico sugerido por los tres registros muestran que durante el siglo XIX y finales del XX se presentaron diversos eventos paleoceanográficos, después de que la Corriente de California incursionará hasta El Carmen (Fig.-26A).

De 1800 a 1863 la Corriente de California registra su influencia hasta la boca del golfo (Fig.-26 B), estableciendo el dominio del *agua subártica* y la presencia de especies afines a aguas frías (*Druppatractus variabilis* y *Druppatractus irregularis*) en la cuenca San Lázaro y en la Depresión de la Paz (Anexo V y VI). Este período frío concuerda con el evento denominado la "Pequeña edad de Hielo", durante el cual, en América del Norte se registra un decremento en la temperatura y una modificación del patrón del viento incrementándose la influencia de los vientos provenientes del Norte y el desplazamiento de los vientos del oeste a latitudes más bajas (Gribbin y Lamb, 1978; Lamb, 1995), lo cual pudo favorecer a la corriente de California para llegar a latitudes mas bajas.

# Cuenca San Lázaro

# El Carmen

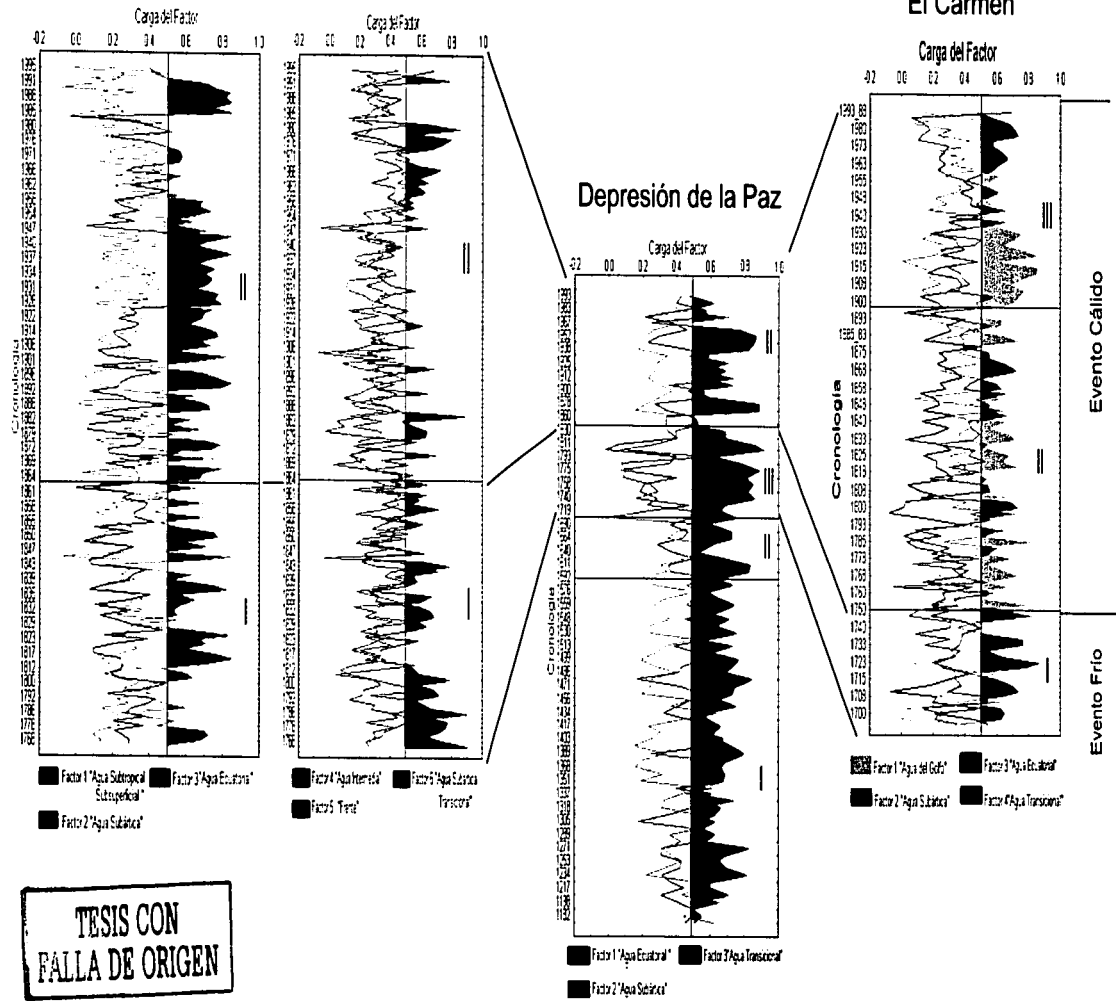


Figura 25.- Correlación de los registros estudiados, en los cuales se observan dos eventos uno frío análogo a la pequeña edad de hielo y uno cálido análogo al calentamiento global.

58-A

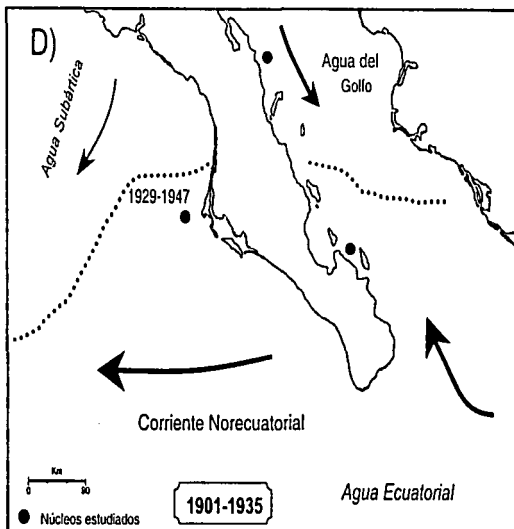
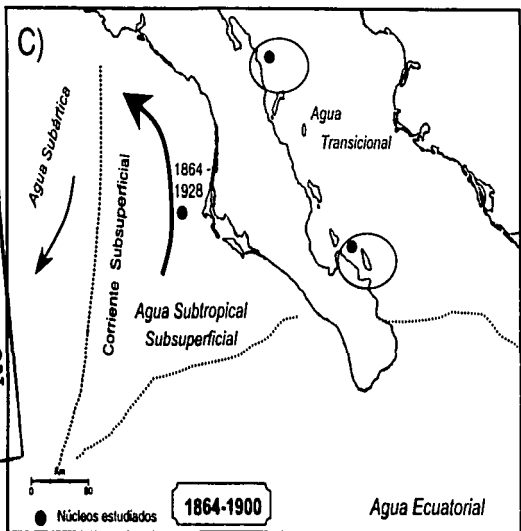
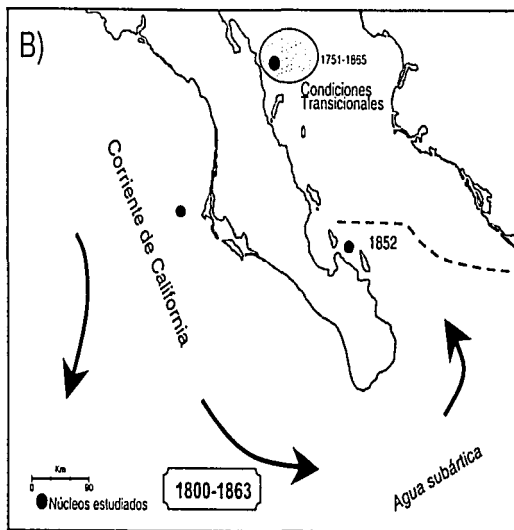
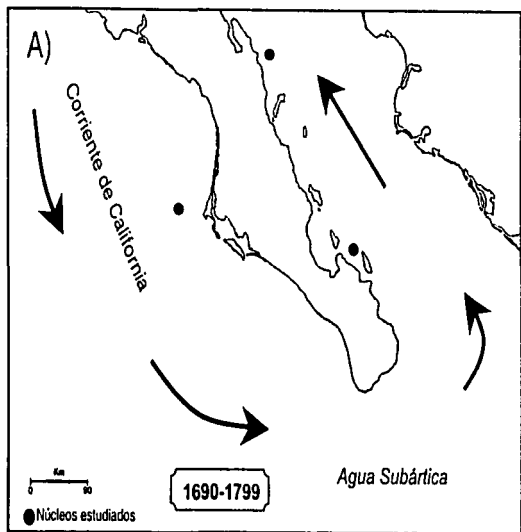


Figura 26.- Marco paleoceanográfico en el área de estudio durante los eventos A) 1690-1799, B) 1800-1863, C) 1864-1900 y D) 1901-1935.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Posteriormente en la Depresión de la Paz de 1852 a 1863 se registra una incursión de *agua Ecuatorial* y con ella la presencia de las especies *Peridium spinipes* Haeckel y *Tetraphyle octhacanta* Müller en la cuenca (Fig.-27, Anexo VI). En El Carmen la corriente de California deja de tener influencia a partir de 1751 presentando desde entonces condiciones transicionales con incursiones alternantes de *agua del Golfo*, *Transicional* y *Subártica*.

A Partir de 1864 hasta 1993 en las tres cuencas se registra un calentamiento, reflejándose como una incursión de aguas cálidas por diferentes vías que modifican la composición de las asociaciones de radiolarios (Fig.-27).

De 1864 a 1900 (Fig.-26C), en la cuenca San Lázaro se observa la influencia de aguas cálidas, con una dominancia de *agua subtropical subsuperficial* (Fig.-27), que es llevada hacia el norte por la Corriente Subsuperficial de California, durante este tiempo las especies de *Tetraphyle octhacanta* Müller, *Peridium spinipes* Haeckel y *Dydimocystis tetrathalamus* (Haeckel) son abundantes (Anexo V). En la Depresión de la Paz las condiciones ambientales se tornan variables permitiendo a la especie *Plectacantha oikiskos* Jörgensen procedente de la parte central del golfo, dominar durante este tiempo (Fig.-27, Anexo VI). En el Carmen las condiciones transicionales continúan y con ello el dominio *Plectacantha oikiskos* Jörgensen. (Fig.-27, Anexo VII).

De 1901 a 1935 (Fig.- 26D), en la Cuenca San Lázaro el *agua subtropical subsuperficial* continúa presente hasta 1928, posteriormente el *agua ecuatorial* es la que domina permitiendo el incremento de la abundancia de las especies *Lithomelissa thoracites* Haeckel, *Phormostichoartus* sp. A, *Acrobotrissa cribosa* Popofsky y el grupo *Botryocystis auritus/australis* (Ehrenberg), las cuales son afines a esta masa de agua. (Fig.-27, Anexo V). La Depresión de La Paz también se ve influenciada por el *agua ecuatorial*, dominando durante este período las especies *Peridium spinipes* Haeckel y *Tetraphyle octhacanta* Müller (Fig.-27, Anexo VI). En El Carmen la influencia de *agua cálida* proviene del norte, siendo el *agua del Golfo* la que domina

Cuenca San Lázaro

Depresión de La Paz

El Carmen

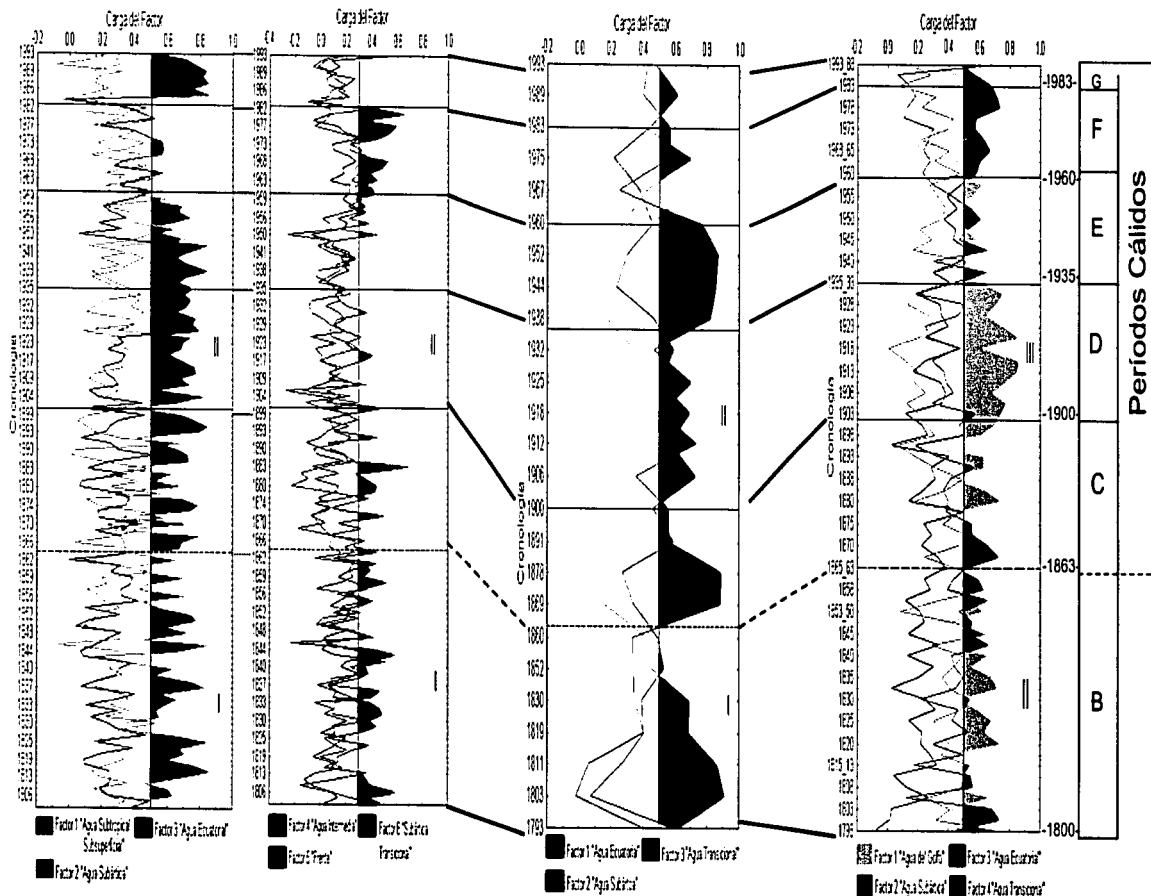
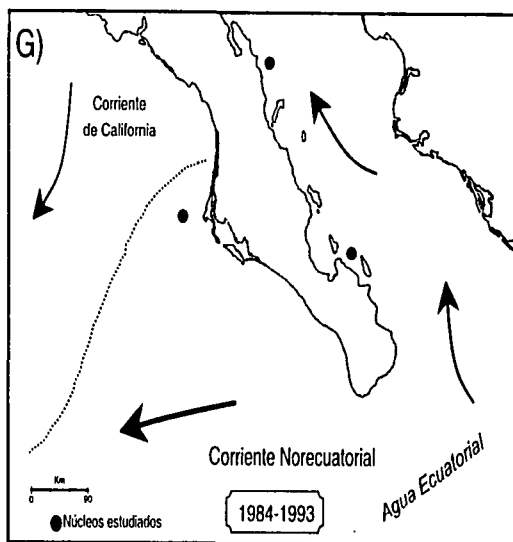
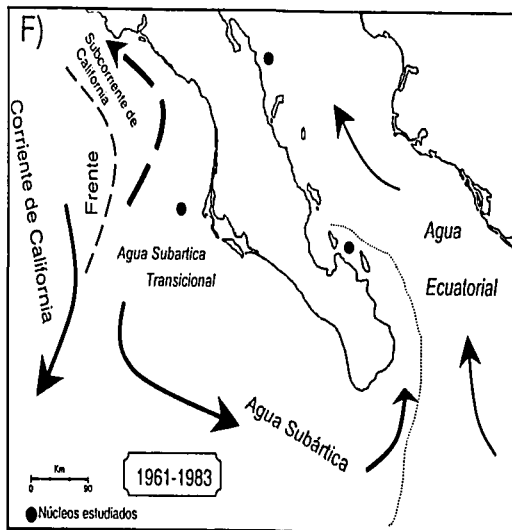
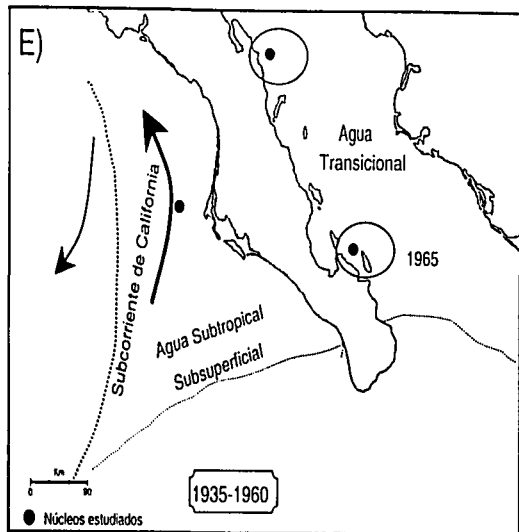


Figura 27.- Últimos 200 años de los tres registros estudiados. B,C,D,E, F y G eventos paleoclimatológicos.

590

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TEMPERATURAS CON  
FALTA DE ORIGEN

Sc-B

Figura 28.- Marco paleoceanográfico en el área de estudio durante los eventos: E) 1935-1960, F) 1961-1983 y G) 1983-1993.

---

durante este período, siendo las especies *Pseudocubus obeliscus* Haeckel, *Plectacantha oikiskos* Jörgensen y *Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya las más abundantes (Fig.-27, Anexo VII).

De 1936 a 1960 (Fig.- 28E), La cuenca San Lázaro sigue influenciada por el *agua ecuatorial* hasta 1948 y a partir de 1949 hasta 1962, el *agua subtropical subsuperficial* domina en la cuenca, aumentando en este último periodo la abundancia de las especies *Tetraphyle octhacanta* Müller, *Peridium spinipes* Haeckel y *Dydimocyrtis tetrathalamus* (Haeckel) (Fig.-27, Anexo V). Durante este período en la Depresión de La Paz y en El Carmen se presentan condiciones variables permitiendo que especies como *P. oikiskos*, resistentes a cambios en temperatura y salinidad, aumenten su abundancia (Fig.- 27, Anexos V y VI).

Posteriormente durante el periodo de 1961-1983 (Fig.- 28F), la Corriente de California incursiona hasta la boca del golfo llevando *agua subártica* hasta la Depresión de La Paz (Fig.-27), En la Cuenca San Lázaro esta masa de agua esta en contacto con el *agua subtropical subsuperficial* procedente de la Corriente Subsuperficial de California, esta mezcla genera dos condiciones: la primera es un calentamiento del *agua subártica* que permite a la especie *Tetraphyle octhacanta* Müller aumentar su abundancia, por lo que se le denominó *agua subártica transicional* (Fig.-27, Anexo V), y la segunda una condición de frente que genera un aumento en la abundancia de especies como *Pterocorys mynithorax* Nigrini y el grupo *Botryocyrtis auritus/australis* que son afines a regiones de alta productividad (Anexo VII).

El Carmen, sin embargo, se encuentra bajo la influencia del *agua ecuatorial* que incursiona por la boca del Golfo, permitiendo el aumento de la abundancia de *Peridium spinipes* Haeckel, *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel y *Tetraphyle octhacanta* Müller (Fig.- 27, Anexo VII).

De 1983 a 1993 el *agua ecuatorial* procedente de la Corriente Norecuatorial domina en las tres cuencas (Figs.- 28G,27).

Para el siglo XIX y los siguientes 50 años ha sido bien documentado el incremento ( $0.6^{\circ}\text{C}$ ) global en la temperatura superficial atmosférica, con un contraste estacional, los inviernos se han calentado  $0.8^{\circ}\text{C}$  más que los veranos ( $0.4^{\circ}\text{C}$ ), presentando dos períodos pronunciados (Fig.-29a) (Konrad *et al.*, 2000, Jones *et al.*, 1999; 2001; Wang *et al.*, 2001). Por otro lado, las temperaturas superficiales del océano muestra también un incremento global (Fig.-29b) (Kaplan *et al.*, 1998), lo cual concuerda con lo observado en el área de estudio en el siglo XIX y finales del XX.

Variaciones climáticas sobre el Pacífico norte y su reflejo en la circulación oceánica han sido expuestas en varios trabajos (Namias, 1959; Namias y Huang, 1972; Huang, 1972) mostrando relación entre ellos. Jones *et al.* (1999) mencionan que los registros de temperatura superficial muestran que ambos hemisferios exhiben claramente dos períodos de calentamiento, el primero entre 1925 ( $0.37^{\circ}\text{C}$ ) y 1944 ( $0.32^{\circ}\text{C}$ ) siendo más intenso, sobre regiones como América del Norte, en el Atlántico Norte, parte oeste del Pacífico y Asia central.

El segundo período se inicia a fines de los 70's (1978-1997) en los dos hemisferios, incrementándose en promedio  $0.27^{\circ}\text{C}$  más caliente que en el período anterior, las regiones más afectadas fueron el Norte de Asia, el Este de Siberia, en muchas partes de la cuenca del Pacífico, algunas regiones al Oeste de los Estados Unidos, al Oeste de Europa, Sureste de Brasil y partes de África del sur. Estos dos períodos de calentamiento concuerdan también con el incremento en la temperatura superficial del océano (Kaplan *et al.*, 1998) y con el avance del *agua ecuatorial* en el área de estudio durante 1929-1947 y 1983-1993 (Figs.- 26D y 28G).

Durante 1948-1969 se observó en el Pacífico nororiental un incremento de la temperatura superficial atmosférica de  $1^{\circ}\text{C}$  el cual fue asociado con una disminución en los vientos con dirección norte - sur, resultando un flujo oceánico más intenso del subtropical que subártico (Namias y Huang, 1972), este calentamiento registró un descenso en el zooplancton de casi un 80 %, y modificó la distribución de algunos de los grupos que lo constituyen, variando a su vez la distribución de peces (Colebrook,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

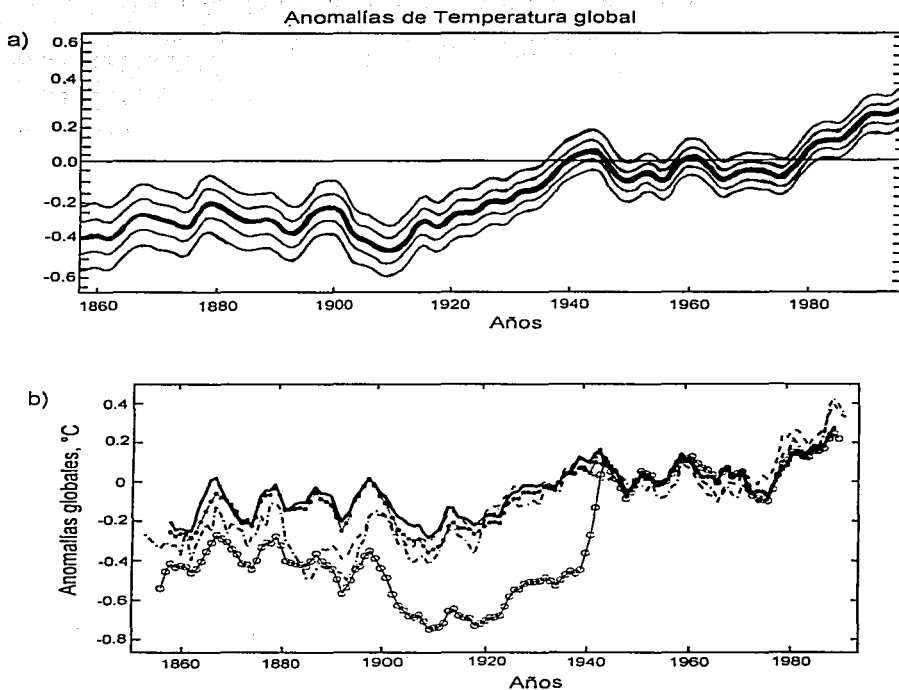


Figura 29.- a) Temperatura global con un error estándar ( $\pm 1$ ) en una serie de tiempo decadal, datos superficiales atmosféricos (Tomado de Jones *et al.* 1999). b) Series de tiempo de varias temperaturas globales estimadas (corridas en promedio de 5 años). La diferencia del siglo diecinueve contrasta con la consistencia en el siglo veinte. Datos de temperatura superficial oceánica (Tomado de Kaplan *et al.* 1991)

1977; Roemmich y McGrowan, 1995). En la cuenca San Lázaro se registró un incremento de especies cálidas de diatomeas (Esparza, 1999) y un decremento en la abundancia de foraminíferos pláncnicos (Branly, 1998). Huang (1972) registra un desplazamiento de la corriente de California hacia el norte, lo cual permitió un avance del flujo proveniente del sur.

En el área de estudio durante 1936–1960 en el Pacífico, se observa un incremento del *agua subtropical subsuperficial* (Fig.–28E), la cual en el marco oceanográfico actual, registra estacionalmente su influencia durante el verano cuando el límite de confluencia entre la Corriente de California y la Norecuatorial se encuentra frente a las costas de Baja California (Molina Cruz, 1986; 1988; Lynn, 1987; Badan, 1997).

En el Golfo se presentan condiciones transicionales posiblemente también ocasionadas por el avance del *agua ecuatorial* a latitudes más altas. Un evento similar ocurre durante el periodo de 1864–1900, cuando inicia el calentamiento en el área de estudio y de nuevo el *agua ecuatorial* comienza a tener mayor influencia (Fig.–26C). Tomando en cuenta lo antes mencionado, se puede sugerir que durante los periodos de 1864–1900 y 1936–1960, el área de estudio fue una región de confluencia entre el *agua subártica* y la *ecuatorial*, presentándose una mayor influencia de la Corriente Subsuperficial de California.

Para los años 60's, 70's y principios de los 80's, varios autores han registrado un decremento en la temperatura. Tabata (1989) encuentra que durante la década de 1961–1971 las propiedades superficiales de la columna de agua frente a las costas de Vancouver (Canadá), fueron relativamente frías, seguidas de un periodo cálido entre 1972–1981. Kaplan *et al.* (1998) registra un decremento en la temperatura global superficial durante los 70's. Esparza Álvarez (1999) infiere una mayor influencia de la Corriente de California sobre la cuenca San Lázaro durante 1969–1983, considerando el alto porcentaje de especies templadas de diatomeas.

El área de estudio registra en general una intensificación de la Corriente de California durante el periodo de 1961–1983 (Fig.–28F), así como una mezcla entre el

agua *subártica* y la *subtropical subsuperficial*, mientras que la *ecuatorial* incursiona del sur llegando su influencia hasta el Carmen, sin embargo, para los años 70`s se registra la incursión de aguas cálidas en las tres cuencas (Fig.- 27), lo que concuerda con el incremento en la temperatura superficial (0.75-1°C) en la región Central y Este del Pacífico documentado por Graham, 1994;1995; Trenberth y Hurrey, 1994, así como, con el decremento en la acumulación de foraminíferos pláncnicos en la cuenca San Lázaro asociado con el calentamiento (Olivier, 1998).

Parker *et al* (1994) y Wang *et al.* (2001), identifican ampliamente el calentamiento global a partir de finales de los 80`s principios de los 90`s, lo cual esta de acuerdo con el marco paleoceanográfico para la década de 1983-1993 en el área de estudio, donde se observa el dominio de *agua Ecuatorial* proveniente de la Corriente Norecuatorial y su influencia hasta la región del Carmen.

En resumen, el área de estudio refleja el calentamiento global de mediados del siglo XIX, definiéndose cinco periodos de los cuales, dos se consideran como cálidos (1901-1935 y 1983-1993) uno con mayor influencia de la corriente de California (1961-1983) y dos de convergencia entre las masas de *agua Ecuatorial y Subártica* (1865-1900, 1935-1960).



## VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Los espectros de las series de tiempo para las regiones de San Lázaro y el Carmen revelaron variaciones con períodos de 64 años, 48 años, entre 30 y 20 años, 20 a 10 años y de 8–2 años (Tabla.-5; Anexo VIII).

En el Pacífico Norte varios autores, han observado variaciones decadales atmosféricas y oceánicas (Namias y Huang, 1972; Graham, 1994; Trenberth y Hurrey, 1994; Stolz, 2000, etc...), sin embargo, su origen es incierto todavía. Latif y Barnett (1994), observaron con base en las anomalías de temperatura superficial oceánicas y atmosféricas, que la distribución de calor latitudinal en el Pacífico Norte presenta un ciclo de variación de 20 años, con dos fases una cálida y una fría cada 10 años, relacionándolas con la variación de la intensidad del giro subtropical, originada por cambios en la presión atmosférica.

Posteriormente se introduce el término "Oscilación Decadal del Pacífico" para explicar estas variaciones decadales (Mantua *et al.*, 1997; 2000). Stolz (2000), menciona que la Oscilación Decadal del Pacífico es del orden de 20 a 30 años y durante el siglo XX a completado dos ciclos: el primero de 1890 a 1924 y de 1947 a 1976 prevaleciendo la fase negativa (Fría) y el segundo de 1925 a 1946 y de 1977 a mediados de los 90's donde dominó la fase positiva (Cálida) (Fig.-30). Estos dos ciclos se ven reflejados en el área de estudio como una dominancia del *agua Ecuatorial* durante la fase cálida y del *agua Subtropical* durante la fase fría (Tabla.-5). Por lo que las fluctuaciones entre 30 y 20 años, podrían estar relacionadas con la Oscilación Decadal del Pacífico.

Lean *et al.* (1995), analizan los datos de anomalías de temperatura en el Hemisferio Norte desde 1610, encontrando que el calentamiento observado a partir de 1860, implica una influencia solar más que antropogénica, otros autores como Rind y Overpeck (1993) también observan una relación entre las variaciones de temperatura y la irradiación solar. Biondi y Lange (1997), mencionan que las fluctuaciones observadas en los sedimentos laminados de la cuenca de Santa Bárbara, son del

Tabla 5.- Periodicidades obtenidas en el análisis de la Transformada rápida de Fourier

Masas de agua definidas por el análisis de factores	Asociaciones de radiolarios para cada masa de agua	PERIODOS (años)											
<b>SAN LÁZARO</b>													
Agua Subtropical subsuperficial	<i>Tetraphyle octhacanta</i> , grupo <i>Peridium spinipes</i> , <i>Dydimocytis tetralhalamus</i> , <i>Larocospira minor</i> , <i>Botryocytis auritus/australis</i> , <i>Siphocampe lineala</i> .			39		27.8					11.0	10.0	7-2
Agua Subártica	<i>Dupptractus variabilis</i>		48.8		32.5		24.4				11.0	10.8	7-2
Agua Ecuatorial	<i>Lithomelissa thiorcites</i> , <i>Phormostichoartus</i> sp. A., <i>Lithomelissa selosa</i> , <i>Acrobotrissa cribosa</i> , <i>Druppaltractus variabilis</i> , grupo <i>Botryocytis auritus/australis</i> , <i>Cornulella profunda</i> .	64.9	48.8		32.5							10.8-10.2	8-2
Agua Intermedia	<i>Siphocampe lineala</i> , <i>Cornulella profunda</i> , <i>Carpocanistrum</i> spp, <i>Druppaltractus irregularis</i> .			39.0		27.8		19.5			12.0		7-2
Frente	<i>Botryocytis auritus/australis</i> , <i>Pterocorys mynithorax</i> .	64.9			32.5				17.0	14.0	12.0	10.0	8-2
Agua Subártica Transicional	<i>Druppaltractus irregularis</i> , <i>Tetraphyle octhacanta</i> , <i>Druppaltractus variabilis</i> .	64.9		39.0		27.8		19.5		14.9			9.7 8-2
<b>EL CARMEN</b>													
Agua del Golfo	<i>Pseudocubus obeliscus</i> , <i>Plectacantha oikiskos</i> , <i>Trisulcus cf. testudus</i>			38.6	32.2		24.1			14.0		11.3	8-5
Agua Subártica	<i>Druppaltractus irregularis</i> , <i>Druppaltractus variabilis</i>	64.9			32.2		24.1	19.3		14.8	12.9	10.7 9.0	8-4
Agua ecuatorial	<i>Peridium spinipes</i> , <i>Eucyrtidium hexagonatum</i> , <i>Tetraphyle octhacanta</i> , <i>Hexacortium enthacanthum</i> , <i>Lithomelissa thiorcites</i> , <i>Pseudocubus obeliscus</i> .		48.3				24.1	19.3		14.8	12.9	11.3 10.2 9.0	8-5
Transicional	<i>Plectacantha oikiskos</i>		48.3				24.1		17.5	14.8	12.9	11.3 9.0	8-3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

649

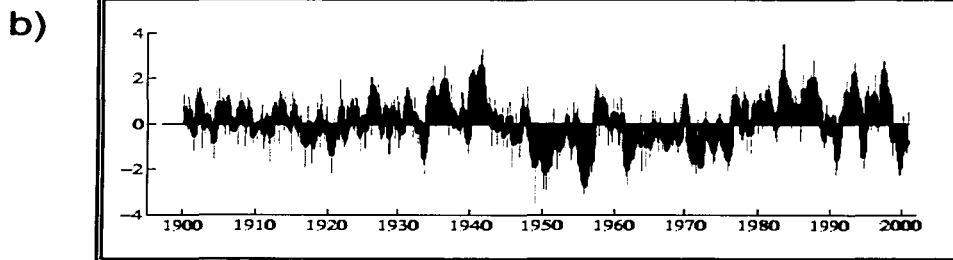
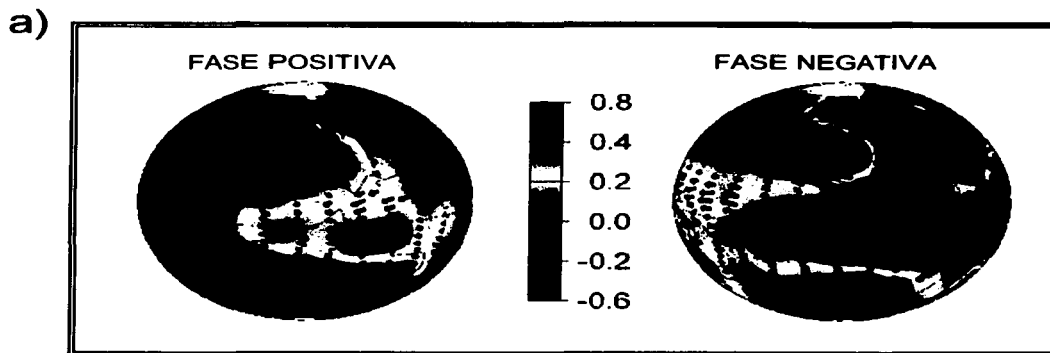


Figura 30.-a) Fase fría y Fase Cálida de la Oscilación Decadal del Pacífico. El calentamiento anormal se simboliza en colores rojos y el enfriamiento en colores verdes y azules, las flechas negras representan la dirección del movimiento del viento al nivel de la superficie del mar. La barra vertical son los valores de la anomalía de temperatura en grados Celsius ( $^{\circ}$  C). b) Índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (Tomado de Stoliz, 2000 y Hare, 1977).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

orden de 12 años y pueden estar relacionadas con el ciclo de irradiación solar de 11 años.

En el área de estudio los ciclos de 11 y 10.8 años podrían estar asociados con los ciclos de baja frecuencia solar (e.g. ciclo Schwabe de 11 años; ciclo Hale de 22 años), debido a que están presentes en las masas de agua que dominan a mediados del siglo XIX (Tabla.- 5) , cuando se observa un calentamiento en el área de estudio (Fig.- 27). Estas frecuencias se presentan en general del lado del Golfo de California más que en el Pacífico, posiblemente porque el golfo es una cuenca sensible a la radiación solar.

La variabilidad observada en la escala de tiempo entre 8-2 años tanto en el Pacífico como en el Golfo, es similar a las registradas para el fenómeno del El Niño, el cual es recurrente y aperiódico (2-7 años) (Pan y Oort, 1990; Enfield, 1992, Stolz, 2000), aunque no todas las masas de agua definidas en el área de estudio presentaron periodicidades de 2 años, se puede sugerir que "El Niño" se ve reflejado hasta estas latitudes, mostrándose el Pacífico más sensible a niños con periodicidades más cortas que el Golfo de California.

## CAPITULO VI

TESIS CON FALLA DE ORIGEN
------------------------------

## CONCLUSIONES

\* A partir del análisis micropaleontológico se obtuvieron 8 asociaciones de radiolarios a partir de las cuales se infieren masas de agua o condiciones oceanográficas en el área de estudio:

- 1) Las especies *Duppatractus variabilis* Dumitrica y *Druppatractus irregularis* Popofsky definieron a la masa de *agua Subártica*
- 2) La asociación de especies que caracteriza a la masa de *agua Subtropical Subsuperficial* en la Cuenca San Lázaro la forman: *Tetraphyle octhacanta* Muller, grupo, *Peridium spinipes* Haeckel, *Dydimocyrtis tetrathalamus* (Haeckel) *Larcospira minor* Jörgensen, *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) Nigrini, *Siphocampe lineata* (Ehrenberg).
- 3) La asociación del *agua Ecuatorial* estuvo constituida por *Lithomelissa thoracites* Haeckel, *Phormostichoartus* sp. A., *Lithomelissa setosa* y *Acrobotrissa cribose* Popofsky en la cuenca San Lázaro, y en el Golfo de California por las especies *Lithomelissa thoracites* Haeckel, *Peridium spinipes* Haeckel, *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, *Tetraphyle octhacanta* Muller, *Hexacantium enthacanthum* Jörgensen, y *Pseudocubus obeliscus* Haeckel conforman la asociación que caracteriza a la masa de *agua Ecuatorial*

- 4) La masa de *agua Intermedia* fue definida por la asociación de *Siphocampe lineata* (Ehrenberg), *Cornutella profunda* Ehrenberg, *Carpocanistrum* spp. Nigrini y *Drupatractus irregularis* Popofsky.
- 5) El grupo *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) Nigrini y la especie *Pterocorys mynithorax* Nigrini caracterizaron una condición de frente oceánico.
- 6) La asociación de *Drupatractus irregularis* Popofsky, *Tetraphyle octhacanta* Muller y *Drupatractus variabilis* Dumitrica caracterizaron a la masa de *agua Subártica Transicional*.
- 7) La especie *Plectacantha oikiskos* Jörgensen caracteriza condiciones transicionales en el Golfo de California.
- 8) La masa de *agua Transicional* fue identificada por medio de la asociación de *Pseudocubus obeliscus* Haeckel, *Plectacantha oikiskos* Jörgensen y *Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya.

\* En los tres registros se observó un Período Frío, el cual concuerda cronológicamente con la "Pequeña Edad de Hielo". Este período en la Cuenca San Lázaro y en la Depresión de La Paz se manifiesta desde 1700 hasta mediados del siglo XIX, mientras que en El Carmen tuvo una duración de 60 años aproximadamente (1690-1750).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

\* En la Depresión de la Paz, se observó un Período Cálido entre 1175 y 1592, el cual coincide con el "Período Cálido Medieval" (950-1350 D.C.) y con el "Máximo Solar Medieval" (1100-1250 A.C.).

\* Se estableció un marco paleocenográfico en el área de estudio para los siglos XIX y XX, con base en la variación de las asociaciones de radiolarios. Observándose un calentamiento a partir del año 1850, marcado por seis periodos: dos transicionales (1864-1900 y 1936-1960) en los cuales domina el *agua subtropical subsuperficial* en el Pacífico y el *agua Transicional* en el Golfo de California; dos con mayor influencia de la Corriente de California en el Pacífico registrándose su presencia hasta la boca del Golfo (1800-1863 y 1961-1983); y dos donde se observa el dominio del *agua Ecuatorial* en el área de estudio (1901-1935 y 1983-1993)

\* La correlación de los tres registros micropaleontológicos permitió identificar el retroceso de la Corriente de California en la localidad de El Carmen a mediados del siglo XVIII, así como, disminuir su influencia en el área de estudio a partir de 1860.

\* La variabilidad climático-oceanográfica en las cuencas San Lázaro y El Carmen registraron periodicidades: entre 20 y 30 años relacionadas con la Oscilación Decadal del Pacífico Norte; De 11 años correlacionada con la variación de el ciclo de baja frecuencia solar (11.3 años) y Periodicidades de 2 a 8 años asociadas a la variabilidad de El Niño (ENSO).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO VI

## LITERATURA CITADA

- Álvarez Arellano, A. y A. Molina Cruz. 1986. Aspectos Paleooceanográficos Cuaternarios del Golfo de California, Evidenciados por Conjuntos de Radiolarios. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM. 13(2):67-94
- Álvarez Borrego, S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6(1-2):43-63
- Anderson, O.R. 1983. *Radiolaria* Springer-Verlag, New York, 355p.
- Ayala-López, A. and A. Molina Cruz. 1994. Micropaleontology of the Hydrothermal Region in the Guaymas Basin, Mexico. *Journ. of Micropaleontology*. 13:133-146
- Baba, J., C.D. Peterson and H.J Schrader. 1991. Fine-Grained Terrigenous Sediment Supply and Dispersal in the Gulf of California During the Last Century. *In: Duphin, J. and Simonet, B. (eds.). The Gulf of Peninsular Province of the California. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. (47):569-602*
- Baba, J., C.D. Peterson and H.J Schrader. 1991b. Modern Fine-Grained Sediments in the Gulf of California *In: Duphin, J. and Simonet, B. (eds.). The Gulf of Peninsular Province of the California. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. 47:569-587*
- Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. Cap.5: *En: M. F. Lavín (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Unión Geofísica Mexicana Monografía 3: 99-112*
- Bailey, J.W. 1856. Notice of microscopic forms found in the sounding of the Sea of Kamtschatka: *Am. Jour. Sci., ser. 2, 2:1-6.*
- Balistrieri, L.S., J.W. Murray and B. Paul. 1995. The geochemical cycling of stable Pb,  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in seasonally anoxic lake Sammaish, Washington, USA. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59(23):4845-4861.
- Barnett T.P., D.W. Pierce and R. Schnur. 2001. Detection of anthropogenic climate change in the world's oceans. *Science* 292:270-274

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- Baumgartner, T.R., V. Ferrerira Bartina V. and P. Moreno Hentz 1991 a. Varve Formation in the central Gulf of California: A reconsideration of the origin of the dark laminae from the 20th Century varve record. *In: Duphin, J. and Simonet, B. (eds.). The Gulf of Peninsular Province of the California*. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. 47: 617-635
- Baumgartner, T.R., V. Ferrerira Bartina, H. Schrader and A. Soutar. 1985. A 20-year varve record of siliceous phytoplankton variability in the central Gulf of California. *Marine Geology* 64:113-29.
- Baumgartner, T.R., A. Soutar. and V. Ferreria Batrina. 1992. Reconstruction of the history of the Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millennia from sediments of the Santa Barbara basin, California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 33:24-40.
- Baumgartner, T.R., J. Cowen and A. Soutar. 1991b. Reconstruction of a 20th Century Varve Chronology from the Central Gulf of California *In: Duphin, J. and Simonet, B. (eds.). The Gulf of Peninsular Province of the California*. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. (47): 603-616
- Bjerknes, J. 1996a. Survey of El Niño 1957-58 in its relation to tropical Pacific meteorology. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. 12:1-62
- Bjerknes, J. 1996b. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*. 18:820-829.
- Benson, N.R. 1964. Preliminary report on radiolarian in recent sediments of the Gulf of California. *In: T.H. van Andel and G. Shor Jr.(eds.). Marine Geology of the Gulf of California*. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Tulsa, Oklahoma. pp.398-400.
- Benson, N.R. 1966. *Recent radiolarian from the Gulf of California*. Ph. D. Thesis, University of Minnesota, 577 p.
- Bernal, G., P. Ripa and J.C. Herguera. 2001 Oceanographic and climatic variability in the lower gulf of California: Links with the tropics and North Pacific. *Ciencias Marinas*, 27:595-617.
- Bernal Ramírez, R.G. 1993. *Paleoceanografía Holocénica de los Mares Nórdicos con Base en el Estudio de los Radiolarios*. Tesis de Maestría. UACYP-CCH, UNAM. México. p.84
- Bernstein, R.C., L. Breacker and R.H. Whritner. 1977. California Current eddy formation: Ship, air and satellite results. *Science*, 195:353-359.
- Biondi, F., Lange C.B., M.K. Huges and W.H. Berger 1997. Interdecadal signals during the last millennium (AD 117-1992) in the varve record of Santa Barbara basin, California *Geophysical. Research Letters*, 24:193-196

<p style="text-align: center;">TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>
--

- Björklund, K.R. 1976. Radiolarian from the Norwegian Sea. Leg 38 of the Deep-Sea Drilling Project, In: N. Talwani, G. Udintsev (ed.). *Initial Rep. Deep-sea Drilling Project*, US Gov. Print Off. Washington, D.C. 38:1101-1168.
- Björklund, K.R. and P.F. Ciesielski. 1994. Ecology, morphology, stratigraphy and the paleoceanographic significance of *Cycladophora davisiana*, Part I: Ecology and morphology. *Mar. Micropaleontology* (24):71-88.
- Boltovskoy, D. 1987. Sedimentary record of radiolarian biogeography in the equatorial to Antarctic western Pacific Ocean. *Micropaleontology*, 33:230-245.
- Boltovskoy, D. and S.S. Jankilevish. 1985. Radiolarian distribution in East equatorial Pacific plankton. *Oceanologica Acta*, 8(1):101-123
- Bradley, R.S. and P.D. Jones 1992. *Climate since A. D. 1500*. Routledge, London. 697p.
- Bray, N.A. 1988a. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *Jour. Geophys. Research*, 93(C5):4993-5020.
- Bray, N.A. 1988b. Water mass formation in the Gulf of California. *Jour. Geophys. Research*, 93(C8):9223-9240.
- Bray, N.A. and J.M. Robles. 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. In: Duphin, J. and B. Simonet (eds.). *The Gulf of Peninsular Province of the California*, Part V Physical oceanography, primary productivity, sedimentology Cap25. Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. (47):511-553.
- Buzter, K.W. and E.K. Buzter. 1993. The Natural vegetation of the Mexican bajío: Archival documentation of a 16<sup>th</sup>-Century savanna environment. *Quaternary International*, 43/44:161-172,
- Byrne, J. 1957. *The Marine Geology of Gulf of California*. Ph.D. Dissertation, University of Southern California, 289p.
- Calvert, S.E. 1964. Factors Affecting distributions of Laminated diatomaceous sediments in Gulf of California. In: T.H. van Andel and G.G. Shor Jr. (eds.) *Maine Geology of the Gulf of California*. The American Association of Petroleum Geologist Mem. 3, Tulsa, Oklahoma. pp.311-330.
- Carranza Edwards, A., G. Bocanegra García, L. Rosales Hoz and L. de Pablo Galán. 1998. Beaches Sands from Baja California Peninsula, Mexico. *Sedimentary Geology*, 119:263-274
- Casey, R. E., A.L. Weinheimer and C.O. Nelson. 1989. California El Niño and related changes of the California Current systems from recent and fossil radiolarian records. In: D. H. Peterson (ed.) *Aspect of Climate Variability in the Pacific and the Western Americas* Geophysical Monograph 55:85-92.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Caudillo Bohórquez, A. 1996. Biodistribución Hidro-Estratigráfica de los Radiolarios en la parte Sur del Golfo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 72 pp.
- Chatfield, C. and A.J. Collins. 1980. *Introduction to Multivariate Analysis*. Chapman & Hall: London. 246 pp.
- Colebrook, J.M. 1977. Annual fluctuations in biomass of taxonomic groups of zooplankton in the California Current, 1955-59. *Fishery Bull* 75(2):357-368.
- Cronin, T. 1999. *Principles of Paleoclimatology*. Columbia University Press, New York. P.560.
- Crowley, T.J. and G.R. North 1991. *Paleoclimatology*. Oxford monographs on Geology and Geophysics, No. 18, p:339.
- Crozaz, G., E. Picciotto and W. De Brueck. 1964. Antarctic snow chronology with Pb-210, *J. Geophys. Res.* 69:2597.
- D'Anglejan, B.F. 1966. Marine phosphorites off Baja California, México. *Marine Geol* (5):15-41.
- Delgado Granados, H. 1997. The glaciers of Popocatepetl volcano (México): Changes and causes. *Quaternary International* 43/44:53-60
- De Wever, P., Azéma, J. et Fourcade E. Radiolaires et Radiolarites: Production primaire, diagenèse et Paléogéographie. 1994. Bulletin des centres de recherches exploration-production elf aquitaine 18(1):315-337.
- DeMaster, D.J., and K. Turekian 1987. The radiocarbon record in varved sediments of Carmen basin, Gulf of California: a measure of upwelling intensity variation during the past several hundred years. *Paleoceanography* 2:249-54.
- Denton, G.H. and W. Karlén 1967. Holocene glacial and tree-line variations in the White River Valley and Skolai Pass, Alaska and Yukon Territory, Canada. *Quaternary Research* 7:63-111.
- Donegan, D. and H. Schrader. 1982. Biogenic and Abiogenic Component of Laminated Hemipelagic Sediments in the Central Gulf of California. *Marine Geology* 48:215-237.
- Druffel, E.M. 1982. Banded corals: Changes in ocean carbon-14 during the little ice age. *Science* 218:13-19
- Eddy, J.A. 1976 The Maunder Minimum. *Science* 192(4245):1189-1202

- Emilsson, I. y M.A. Alatorre, 1997. Evidencias de un Remolino Ciclónico de Mesoescala en la parte sur del Golfo de California. *En: M.F. Lavín (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México.*, Cap.8, Unión Geofísica Mexicana., Monografía (3): 173-182
- Enfield, D. B. 1992. Historical and prehistorical overview of El Niño/Southern Oscillation. *In: Díaz H.F. And Markgraf V. (eds.). El Niño :Historical and Paleoclimate aspects of the Southern Oscillation.* Cap 5, p.995-117.
- Esparza Álvarez, M.A.. 1999. *Variabilidad de la Comunidad de Diatomeas en la Cuenca de San Lázaro. Baja California Sur*, México. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Fernández Barajas, M.E., M.A. Monreal Gómez y A. Molina Cruz, 1994. Estructura Termohalina y Flujo Geostrofico en el Golfo de California, Durante 1992. *Ciencias Marinas*, 20(2):267-286.
- Fisher, C.G. 1990. Bibliography and inventory of Holocene varved and laminated marine sediments. NOAA *Paleoclimate Publications series*, Report No. 1, Boulder, Colorado.
- Florescano, E. 1980. Una historia olvidada: La sequía en México. *Nexos* 32:9-18
- Gil Silva, E. 1981. Radiolarios de la parte central del Golfo de California: Algunas inferencias ecológicas. Tesis de Licenciatura. Escuelas de Ciencias del Mar de la Universidad Nacional Autónoma de Baja California, 61 p.
- Goldberg, E.D. 1963. Geochronology with Pb-210, in Radioactivity Dating. International Atomic Energy Agency pp.121.
- Gómez, J. y H. Vélez 1982. Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región Costera de la Corriente de California. *Ciencias Marinas*, 8(2):167-176.
- Graham, N.E. 1994. Decadal-scale climate variability in the tropical and north Pacific during the 1970s and 1980s: Observations and models results. *Climate Dynamics* 10:135-162.
- Graham, N.E. 1995. Simulation of recent global temperature trends. *Science* 267(5198-5199):666-671.
- Gribbin, J. and H. Lamb. 1978. Climatic change in historical times *In: Gribbin, J. (ed.). Climatic Change.* Cambridge Univ. Press, Cambridge (UK).
- Griffiths, R.C. 1963. Studies of oceanic fronts in the mouth of the gulf of California an area of tuna migrations. *F.A.O. Fish. Rep.*, 6(3):1583-1609.
- Grove, J.M. 1988. *The little ice age.* Routledge, London and New York.

- Herbert, T.D., Schuffert, J.D., Anderson, D., Heusser, L., Lyle, M., Mix, A., Ravelo, A. C., Stott, L. D., J.C. Herguera. 2001. Collapse of the California Current during Glacial maxima linked to climate change on land. *Science*, 293:71–76.
- Hickey, B.M. 1979a. The California Current system—hypothesis and facts. *Prog. Oceanogr.* 8:279.
- Hickey, B.M. 1979b. Direct measurements of the California Current off Washington. *J. Phys. Oceanogr* 9(5):945–961
- Hoyt, D.V. and K.H. Schatten 1997. *The role of the sun in climate change*. New York, Oxford University Press
- Huang, J.C.K. 1972. Recent decadal variation in the California Current System. *Journal of Physical Oceanography*, 2:382–390.
- Hughes, M.K. and F.H. Díaz 1994. The Medieval Warm Period. *Clim Change* 26:109–342.
- Imbrie, J. and N.G. Kipp. 1971. A new micropaleontological method for a quantitative paleoclimatology: Application to a Late Pleistocene caribbean core. *In: K.K. Turekian (ed.) The Late Cenozoic Glacial Ages*. Yale University Press, New Haven. 606 pp.
- Itaki, T. 2003. Depth-related radiolarian assemblage in the water-column and surface sediments of the Japan Sea. *Marine Micropaleontology* 47:253–270.
- Jager, E. 1986. The application of the classical geochronological methods to dating young sediments *In: A.J. Hurford, E. Jager and J.A.M. Ten, (eds.). Dating Young Sediments Proceeding of the Workshop Beijing, People's Republic of China September*. CCOP. Technical Secretariat Bangkok, Thailand. p.37–46
- Jáuregui, E. 1997. Climate changes in México during the historical and instrumented periods. *Quaternary International* 43/44:7–17.
- Jáuregui, E. and D. Klaus. 1976. Some aspects of climate fluctuations in México in relation to drought. *Geofísica Internacional* 16:45–61.
- Jirikowic, J.L. and P.E. Damon. 1992. The Medieval Solar Activity Maximum. *Climatic Change* 26:309–316.
- Johnson, D.A. and C. Nigrini. 1982. Radiolarian biogeography in surface sediments of the eastern Indian Ocean. *Mar. Micropaleontology* 7:237–281
- Jones, P.D, M. New, D. E. Parker, S. Martin and G. Rigor, 1999. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics*. 37(2):173–199

- Jones, P.D. and R.S. Bradley. 1992. Climatic variations over the last 500 years. *In: Climate science A.D. 1500* (eds. Bradely R. S. and Jones P. D) Section E: Summary 649–665 p.
- Jones, P.D. Osborn, K. R. Briffa. 2001. The evolution of climate over the Last Millennium. *Science* 292:662–667.
- Kaplan, A., M.A. Cane, A.C. Yochanan Kushnir, M.B. Clement, B. Blumenthal and B. Dajagopalan. 1998. Analyses of global sea surface temperature 1856–1991. *Journal of Geophysical Research* 103(C9):18567–18589.
- Kipp, N.G. and D.P. Tower. 1975. The last a millennium of climate: Foraminiferal records from coastal basin studies. *In: Proceeding of the WMO/LAMAP Symposium on long-term Fluctuation*, Norwich, 18–23 August, 1975, pp.119–126. World Meteorological Organization Contribution No. 421, Geneva Switzerland.
- Kling, S.A and D. Boltovskoy. 1995. Radiolarian vertical distribution patterns across the southern California Current. *Deep-Sea Research I*, 42:191–231
- Koide, M., E.D. Goldberg, V.F. Hodge. 1980.  $^{241}\text{Pu}$  and  $^{241}\text{Am}$  in sediments from coastal basins off California and Mexico. *Earth and Planetary Science Letters*, 48:250–256.
- Koide, M., W.B. Kenneth and E. D. Goldberg. 1973. Th–228/Th–232 and Pb–210 geochronologies in marine and lake sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 37:1171–1187.
- Koide, M., A. Soutar and E.D. Goldberg. 1972. Marine Geochronology with  $\text{Pb}^{210}$ . *Earth and Planetary Science Letters*, 14:442–446.
- Konrad, A.H., J.T. Overpek and R.F. Anderson. 2000. Recent warming in a 50year palaeotemperatura redord from varaved sediments, Upper Soper Lake, Baffin Island, Canada. *The Holocene* 10:9–19.
- Kruglikova, S.B. 1989. *Arctic Ocean Radiolarians*. Cap. 19 J. Forman ed.461–480.
- LaFond, E.C. and K.G. LaFond 1971. Thermal structure through the California front: Factors affecting underwater sound transmission measured with a towed thermistor chain and attached current meters. NUC TP224, U. S. Naval Undersea Res. And Dev. Ctr. 133 pp.
- Lamb, H.H. 1965 What con historical records tell us about the breakdown of the medieval warm climate in Europe in the Fourteenth and fifteenth centuries an experiment. *Contribution to Atmospheric Physics* 60(2):131–143.
- Lamb, H.H. 1977 *Climate: Past, Present and Future*. London: Mathuen, 835 pp.

- Lamb, H.H. 1995. The little ice age. *Climate History ant the Modern World*, 2<sup>nd</sup> ed., Cap. 12, Routedge, 433 pp.
- Lange, C.B., A. Schimmelmann, M. Yasuda and W.B. Berger 1996. *Marine Varves off Southern California*. SIO Reference No.96-22, 1-5 p.
- Latif, M and T.P. Barnett 1994. Causes of decadal climate variability over the North Pacific and North America. *Science* 266:634-637.
- Lavín, M.F., E. Beier y A. Badan, 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas Estacional e Interanual. Cap. 7: 141-171 En: M. F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Unión Geofísica Mexicana. Monografía (3): 141-171.
- Lean, J., J. Beer and R. Bradley. 1995. Reconstruction of solar irradiance science 1610: Implications for climate change. *Geophysic. Res. Letters* 22(23):3195-3198.
- Linne, S. 1948. *El Valle de México y la ciudad de México en 1550*. Cap: La situación hidrográfica del Valle de México. Stockholm, 212 pp.
- Lynn, R.J. 1986. The subarctic and northern subtropical fronts in the eastern North Pacific Ocean in spring. *Jour. Physical oceanography*. 16:209-222
- Lynn, R. and J. Simpson 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristic. *J. Geophys. Res* 92 (C12):12,947-12,966
- Mantua, N.J. 2000. The Pacific Decadal Oscillation. [http://www.atmos.washington.edu/~mantua/REPORT/PDO/PDO\\_egeg.htm](http://www.atmos.washington.edu/~mantua/REPORT/PDO/PDO_egeg.htm)
- Mantua, N.J., S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace and R.C. Francis 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Am. Meteor. Soc.* 78:1069-1079.
- Matthes, F.E. 1939. Report of committeean glaciers, April 1939. *Transactions American Geophysical Union*. 20:518-523.
- Molina Cruz, A. 1991. Holocene paleo-oceanography of the northern Iceland Sea, indicated by radiolarian and sponge spicules. *Journal of Quaternary Science*. 6:303-312
- Molina Cruz, A., L. Welling and A. Caudillo Bohorquez. 1999. Radiolarian distribution in the water column, southern Gulf of California, and its implications in thanatocoenose constitution. *Mar. Micropleontology* 37:149-171

- Molina Cruz, A. y A.L. Carreño. 1990. Análisis matemático, una alternativa en el estudio bioestratigráfico de núcleos sedimentarios sujetos a retrabajo en la porción austral de la península de Baja California. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.* UNAM. 17(1):31-46
- Molina Cruz, A. 1988. Late Quaternary oceanography of the mouth of the Gulf of California: The Polycystine connection. *Paleoceanography*. 3(4):447-459.
- Molina Cruz, A. 1977. Radiolarian Assemblages and Their Relationship to the Oceanography of the Subtropical Southeastern Pacific. *Marine Micropaleontology*. 2:315-352.
- Molina Cruz, A. 1984. Radiolarian Indicators of Upwelling Processes: The Peruvian Connection. *Marine Micropaleontology*. 9:53-75.
- Molina Cruz, A. 1986. Evolución Oceanográfica de la Boca del Golfo de California. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.* UNAM. 13(2):95-120.
- Molina Cruz, A. y M. Martínez López. 1994. Oceanography of the Gulf of Tehuantepec, Mexico Indicated by Radiolarian Remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 110:179-195.
- Monreal Gómez, M.A. y D.A. Salas de León. 1998. Dinámica y Estructura Termohalina, Cap. 2: 13-26. En: M. Tapia-Gracia (ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el Ecosistema y sus Recursos*, 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- Monreal Gómez, M.A., D.A. Salas de León y J. Aldeco Ramírez. 2001. Las Surgencias de América. *Geofísica Internacional*.
- Moore, T.C. 1978. The distribution of radiolarian assemblages in the modern and ice-age Pacific. *Mar. Micropaleontol.* 3:229-266
- Moore, T.C. Jr. 1973. Late Pleistocene-Holocene Oceanographic Changes in the Northeastern Pacific. *Quaternary Res.* 3:99-109.
- Morley, J.J. and J.D. Hays. 1983. Oceanographic conditions associated with high abundances of the radiolarian *Cycladophora davisiana*. *Earth and Planetary Science Letters* 66:63-72.
- Namias, C. 1959. Recent Seasonal Interactions between North Pacific waters and the overlying atmospheric circulation. *Journ. of Geophysical Research* 64(6):631-646.
- Namias, J. and J.C. Huang 1972. Sea level at southern California: A decadal fluctuation. *Science* 23:351-353.



- Nigrini, C. 1970. Radiolarian Assemblages in the North Pacific and their Application to Study of Quaternary Sediments in core V20-130. *Geol. Soc. of Am. Mem.* 126:323
- Nozaki, Y., J. Zhang and A. Takeda 1997.  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in the equatorial Pacific and the Bering Sea: The effects of Biological Productivity and boundary scavenging. *Deep-Sea Research II* 44(9-10):2203-2220.
- O'Hara, S.L. 1993. Historical evidence of fluctuations in the level of lake Patzcuaro, Michoacán, Mexico over 600 years. *Geophysical Journal* 159:51-62.
- O'Hara, S.L. and S. Metcalfe 1997. The climate of Mexico since the Aztec period. *Quaternary International* 43/44:25-31.
- Olivier, B. and J.C. Herguera. 1997. California Current's for the last 100 years: Preservations, calibration and reconstruction based on planktic foraminiferal from San Lazaro Basin laminated sediments. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations annual Conference 1997*. Partially sponsored by the California seafood council and the channel islands national marine sanctuary. Program and abstracts Bruinwoods. UCLA lake Arrowhead Conference center 28-30.
- Olivier, B. 1998. *Fertilidad de la Corriente de California para los Últimos 130 años Preservación, calibración y reconstrucción, basada en foraminíferos plácticos en sedimentos laminados de la cuenca de San Lázaro*. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 122.
- Owen, R.W. 1980. Eddies of the California Current System: physical and ecological characteristic. In: D. Power (ed.). *The California island: Proceedings of a multi-disciplinary symposium*. Santa Barbara Museum of Natural History, 237-263
- Quinn, W.H. and V.T. Neal 1992. The historical record of el Niño events. In: Bradley, R.S. and P.D. Jones (eds.). *Climate since A. D. 1500*. Routledge, London. 679p.
- Pan, Y.H. and A. H. Oort 1990. Correlation analysis between sea surface temperature anomalies in the eastern equatorial Pacific and The world ocean. *Climate Dynamics* 4:191-205.
- Parés Sierra, A, M. López y E.C. Pavía 1997. Oceanografía Física del Océano Pacífica Nororiental. Cap.1:1-24 En: M.F. Lavín (ed.) *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Monografía No.3:1-24, Unión Geofísica Mexicana.
- Parker, D.E., P.D. Jones, C.K. Folland and A. Bevan. 1994. Interdecadal changes of surface temperature science the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research* 99(D7):14353-14399.
- Petrushevsakaya, M.G and K.J. Bjorklund. 1974. Radiolarians in Holocene sediments of the Norwegian-Greenland seas. *Sarsia* 57:33-46.

- Petrushevskaya, M.G., 1962. The Taxonomic Significance of Skeletal Growth in Radiolaria (in Russian): *Zoologicheskii Zhurnal*. Vol. 12, no. 3, pp. 331-341.
- Pisias, N.G., D.W. Murray and A.K. Roelofs 1986. Radiolarian and silicoflagellate response to oceanographic changes associated with the 1983 El Niño. *Nature* 320(6059): 259-262.
- Popofsky, A., 1913. Die Sphaerellarien des warmwassergebietes: *Deutsche sudpolar-Expedition*. 1901-1903, (13):73-159, pls.1-8
- Reid, J.L. 1962. Measurements of the California Countercurrent at a depth of 250 meters. *Jour. Marine Research* 20(2):134-137
- Reid, J.L. 1963. Measurements of the California Countercurrent off Baja California, *Journ Geophys. Research* 68(16):4819-4822.
- Reid, J.L., I. Roden and J.G. Wyllie 1958. Studies of the California Current Systems. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Progress Report 7-1-56 to 1-1-58, Marine Resources Committee, California department of fish and game, Sacramento, California p.27-56
- Reid, J.L., 1965. Intermediate waters of the Pacific ocean. Johns Hopkins Oceanographic Studies 2:85.
- Renz, G.W. 1976. The distribution and ecology of Radiolaria in the central Pacific: plankton and surface sediments, *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 22:1-267.
- Revelle, R.R. 1939. Sediments of the Gulf of California, *Geol. Soc. Am. Bull.* 50(12):1929.
- Revelle, R.R. 1950. Sedimentation and Oceanography survey of field observations, pt.5 of the 1940 E. W. Scripps Cruise to the Gulf of California. *Geol. Soc. America*, Mem. 43, 6p.
- Rind D. and J. Overpeck. 1993. Hypothesized causes of decade-to-century-scale climate variability: Climate model results. *Quaternary Science Reviews*. 12:357-374.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of gulf of California. *In: Van Andel, Tj. Y G.G. Shor (Eds).*
- Roden, G.I. and G.W. Groves. 1959. Recent Oceanographic investigations in the Gulf of California: Sears Foundation, *Jour. Mar. Res.*, 18(1):10-35.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic aspects of the Gulf of California. *Pacific Science*, 12(1):21-45.

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
DE LA BAHÍA DE LA PAZ

- Roelofs, A.K. and N.G. Pisias. 1986. Revised Techniques for Preparing Quantitative Radiolarian Slides From Deep-Sea Sediments, *Micropaleontology*, 32(2):182-185.
- Roemmich, D. and J. McGowan. 1995. Climatic warming and the decline zooplankton in the California Current. *Science* 267:1324-1326.
- Sachs, H.M. 1973. Quantitative Radiolarian-Based Paleo-oceanography in Late Pleistocene Subarctic Pacific Sediments. *Thesis Ph. D, Brown University, Providence, R.I.* p.280.
- Salinas Zavala, C.A., A. Leyva Contreras, D. Llunch Belda y E. Díaz Rivera. 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur. México. *Atmósfera* 3:217-237.
- Saur, J.F.T. 1980. Surface salinity and temperature on the Sea Francisco-Honolulu route, June 1966-December 1970 and January 1972-December 1975. *J. Phys. Oceanogr.* 10:1670-1680.
- Schrader, H., N. Pisias and G. Cheng. 1986. Seasonal Variation of Silicoflagellates in Phytoplankton and Varved Sediments in the Gulf of California. *Marine Micropaleontology*, 10:207-233.
- Schrader, H. and T. Baumgartner. 1983. Decadal Variation of Upwelling in the Central Gulf of California. *In: Thiede, J. and E. Suess (eds). Coastal Upwelling. Pt.B.* 247-276 p.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1982. Carta batimétrica del Golfo de California, escala 1:100,000 CB-002.
- Shannon, L. V., R.D. Cherry and M.J. Orren. 1970. Polonium-210 and lead-210 in the marine environment. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 34:701-711.
- Simpson, J.J., C.J. Koblinsky, L.R. Haury and T.D. Dickey 1984. An Offshore eddy in the California Current system, *Oceanography*, 13:1-111.
- Stolz, W. 2000. La oscilación decadal del Océano Pacífico (ODP). <http://www.imn.ac.cr/boletin/madre/madre.htm>
- Sverdrup, H.U., M.W. Jhonson and R.H. Fleming. 1942. The oceans Their Physics, Chemistry and General Biology, Printence-Hall, Inc., New York, 1087p.
- Swan, S.L. 1981. Mexico in the Little Ice Age. *Journal of Interdisciplinary History* 9(4):633-648.

- Tabata, S. 1989. Trends and long term variability of ocean properties at ocean station P in the Northeast Pacific Ocean. In: Peterson D. H. (ed.). *Aspects of climate variability in the Pacific and Western Americas*. Geophysical Monograph 55. 445 p.
- Talley, L.D. 1993. Distribution and formation of North Pacific Intermediate Water. *Am. Meteorol. Soc.* 23:517-537
- Torres Orozco, E. 1993. *Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California*, Tesis de Maestría CICESE, Ensenada, Baja California 80p.
- Torres Orozco, E. y E. Robles Pacheco. 1995. Variabilidad de las masas de agua mediante análisis volumétrico. En: Trabajos sometidos al Premio a la Investigación Oceanográfica. Secretaría de Marina. México, D. F., 85.
- Thunell R., C. Pride, E. Tappa and F. Muller-Karger. 1993. Varve formation in the Gulf of California: Insights from time series sediment trap sampling and remote sensing. *Quaternary Science Reviews*, 12:451-464.
- Trenberth, K.E. and J.W. Hurrey. 1994. Decadal atmosphere-ocean variation in the Pacific. *Climate Dynamics* 9:303-319.
- Van Andel, T. 1964. Recent Marine Sediments of Gulf of California. In: Van Andel T. and G. G. Shor (Eds.) *Geology of the Gulf of California*. *Am Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 3:216-310.
- Vázquez-Selem, L. 1997. Late quaternary glaciations of Táyotl volcano, central Mexico. *Quaternary International*, 43/44:67-73.
- Vélez Muñoz, H.S. 1981. Análisis cualitativo de la variabilidad estacional y espacial de las masas de agua de 0 a 500 m en la región de la Corriente de California. Tesis Profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC. Ensenada B. C., México, 165 pp.
- Wang S., D. Gong and J. Zhu. 2001. Twenty-century climate warming in china in the context of the Holocene. *The Holocene* 11:313-321.
- Warsh, C.E., K.L. Warsh and R.C. Stanley 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the gulf of California. *Deep-Sea Res.*, 20:561-570.
- Wei, CH-L and J.W. Murray. 1994. The behavior of scavenged isotopes in marine anoxic environments:  $^{210}\text{Pb}$  in the water column of the Black Sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(7):1795-1811.
- Weinheimer A.L. and D.R. Cayan. 1997. Radiolarian assemblages from Santa Barbara Basin sediments: Recent interdecadal variability. *Paleoceanography* 12(5):658-670.

- Welling, L.A. and N.G. Pisias 1993. Seasonal trends and preservation biases of polycystine radiolaria in the northern California Current System. *Paleoceanography* 8(3):351-372.
- Welling, L. A. and N. G. Pisias 1998. How do radiolarian sediment assemblages represent surface ocean ecology in the central equatorial Pacific. *Paleoceanography* 13(2):131-149.
- Welling, L.A., Pisias N. G., E.S. Jhonson and J.R. White. 1996. Distribution of polycystine radiolaria and their relation to the physical environment during the 1992 El Niño and following cold event. *Deep-Sea Research II* 43(4-6):1413-1434.
- Windom, H. 1969. Atmospheric dust records in permanent snowfield: Implications to marine sedimentation, *Geol. Soc. Am. Bull.* 80:761.
- With, W.B., C. K. Tai and J. DiMento. 1990. Annual Rossby wave in the California Current region from the GEOSAT exact repeat mission. *Journal of Physical Oceanography*. 20(9):1297-1311.
- Wooster, W.S. and J.H. Jones. 1970. California Undercurrent off northern Baja California. *Journal of Marine Research*. 28 (2):235-250.
- Wüst, G. 1929. Schichtung und Tiefenzirkulation des Pazafischen Ozeans, Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde an der Universität Berlin, Neue Folge. A. Geographisch-naturwissenschaftliche Reihe, 12, 48 pp.
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.*, 9:217-304.

---

**SISTEMATICA**

## LISTADO FAUNÍSTICO

## Pylum PROTOZOA

Clase Actinonopoda Calkins

Subclase RADIOLARIA Muller 1858

Orden Polycystina Ehernberg 1838 emended Riedel 1976

## Suborden SPUMELLARIA Ehrenberg 1875

Familia Actinommiidae Haeckel 1862 emend. Sanfilippo y Riedel 1980

Género *Hexacontium* Haeckel 1882*Hexacontium enthacanthum* (Jørgensen, 1900)

Familia Coccodiscidae Haeckel 1862 emend. Sanfilippo y Riedel 1980

Género *Dydimocyrtis* Haeckel 1860*Dydimocyrtis tetrathalamus* (Haeckel, 1887)

Familia Druppulidae Haeckel 1887 emend. Petrushevskaya 1975

Género *Drupptractus* Haeckel 1887*Drupptractus irregularis* Popofsky 1913*Drupptractus variabilis* Dumitrica 1973

Familia Litheliidae Haeckel 1862 emended Campbell 1954

Género *Larcospira* Haeckel 1862*Larcospira minor* (Jørgensen, 1900)

Familia Pyloniidae Haeckel 1882 emended Campbell 1954

Género *Tetraphyle* Muller 1858*Tetraphyle octhacanta* Muller 1858

## Suborden NASELLARIA Ehrenberg 1875

Familia Archiphormididae Haeckel 188 emended Campbell 1954

Género *Cornutella* Ehrenberg 1938*Cornutella profunda* Ehrenberg 1854

Familia Artrostrobiidae Riedel 1967 emended Foreman 1973

Género *Botryocyrtis* Haeckel 1887 emend. Nigrini 1977grupo *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) Nigrini 1977

Género *Siphocampe* Haeckel 1881 emended Nigrini 1977

*Siphocampe lineata* (Ehrenberg 1838)

Género *Phormostichoartus* Campbell 1951 emended Nigrini 1977

*Phormostichoartus* sp. A.

Familia Cannobotryidae Haeckel 1881 emended Riedel 1967

Género *Acrobotrissa* Popofsky 1913

*Acrobotrissa cribosa* Popofsky

Familia Carpocaniidae Haeckel 1881 emended Riedel 1967

Género *Carpocanistrum* Haeckel 1887

*Carpocanistrum* spp. Nigrini 1970

Familia Plaglacanthidae Hertwing 1879 emended Goll 1979

Género *Lithomelissa* Ehrenberg 1847

*Lithomelissa setosa* (Jørgensen 1900)

*Lithomelissa thoracites* Haeckel 1862

Género *Trisulcus* Popofsky 1913

*Trisulcus* cf. *testudus* Petrushevskaya 1971

Familia Plagoniidae Haeckel 1881 emended Riedel 1967

Género *Peridium* Haeckel 1882

*Peridium spinipes* Haeckel 1887

Género *Plectacantha* Jørgensen 1905

*Plectacantha oikiskos* Jørgensen 1905

Género *Pseudocubus* Haeckel 1887

*Pseudocubus obeliscus* Haeckel 1887

Familia Pterocoryidae Haeckel 1881 emended Riedel 1967

Género *Pterocorys* Haeckel 1881

*Pterocorys minythorax* Nigrini

Familia Theoperidae Haeckel 1881 emended Riedel 1976b

Género *Cycladophora* Ehrenberg 1847

*Cycladophora davisiana* Ehrenberg 1862

Género *Eucyrtidium* Ehrenberg 1847 emended Nigrini 1967

*Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel 1887



## SISTEMÁTICA

## SUBORDEN SPUMELLARIA

Familia Actinommidae Haeckel 1862 emend. Sanfilippo y Riedel 1980

*Hexacantium enthacanthum* (Jørgensen, 1900)

(Fig.1, Lám. 3 )

*Hexaloncheanaximandri* (Haeckel) Renz 1976, p.103, lám.2, Fig.8

*Hexacantium enthacanthum* Jørgensen 1900, p.52, Lám.2, Fig.14, Lám.4, Fig.20; Benson 1964, Lám.1; Fig.2; 1966, p.149, Lám.3, Fig.13,14, Lám.4, Fig.1-3; 1983, p.504; Kling, 1977, p.15, Lám.2, Fig.15; Nigrini y Moore 1979, p.545, Lám.5, Figs. 1a-b; Molina Cruz 1977, p.339, Lám.2, Fig.5

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (274 ejemplares), Bap94-9T(425 ejemplares), Bap94 EL-NC (458 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Región central del Golfo de California (Benson, 1965; 1966; 1983)

Mundial: Fiordos y costa noroeste de Noruega (Jørgensen 1900). Se encuentra presente en sedimentos del Pacífico Subtropical (Molina Cruz, 1977)

MASAS DE AGUA: Jørgensen (1900), menciona que es una especie templada. Molina Cruz (1977), la encuentra con una abundancia mayor al 1% en algunas estaciones, siendo más afín a la asociación ecuatorial definida frente a las costas de Perú. En el área de estudio, también presento mayor afinidad por la asociación que define al *agua Ecuatorial* pero solo en la región del Carmen.

Familia Coccodiscidae Haeckel 1862 emend. Sanfilippo y Riedel 1980

*Dydimocyrtis tetrathalamus* (Haeckel, 1887)

(Fig.1, Lám.1 )

*Panartus tetrathalamus* Haeckel 1887, p.378, Lám.40, Fig.3; Nigrini 1967, p.30, Lám.2, Figs. 4a-4d.

*Panartus tetrathalamus tetrathalamus* Haeckel; Nigrini 1970, p.168, Lám.1, Fig.12.

*Ommatartus tetrathalamus* (Haeckel) Renz 1973, p.158, Lám. 1, Figs.6; Riedel y Sanfilippo 1971, p. 1588, 1c, Figs. 5-7; Molina-Cruz 1977, p. 333, Lám. III, Figs. 1,2; Kling 1977, P.217, Lám. 2 Fig.11

*Dydimocyrtis tetrathalamus* (Haeckel) Sanfilippo y Riedel, 1980, p.1010, Text-Fig. 1

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (656 ejemplares), Bap94-9T(154 ejemplares), Bap94 EL-NC (91 ejemplares).

**DISTRIBUCIÓN:**

En México: región Sur del Golfo de California (Benson,1966)

Mundial: Océano Indico (Nigrini 1967 y 1968. Pacífico Norte (Nigrini,1970);

Región Subtropical del Océano Atlántico (Lozano, 1974). Región Sureste del Pacífico (Molina Cruz, 1977; Robertson, 1975). Atlántico Sur (Morley, 1977)

MASAS DE AGUA: Es una especie Tropical (Moore,1978; Molina Cruz,1977; Pisias *et al.* 1986; Welling y Pisias, 1993;1998). En el área de estudio se considera como un especie cálida asociada a la masa de agua Subtropical Subsuperficial de la cuenca San Lázaro.

Familia Druppulidaeae Haeckel 1887 emend. Petrushevskaya 1975

*Druppatractus irregularis* Popofsky 1913

(Fig. 3 Lám.1; Fig. 2 Lám.2; Fig. 3, Lám.3)

*Druppatractus irregularis* Popofsky 1913, Vol.13, p.114-115, Figs. 24-26, Benson 1964, Lám.1, Fig.19 1966, p.180, Lám.7 Figs.7-11.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (886 ejemplares), Bap94-9T(804 ejemplares), Bap94 EL-NC (814 ejemplares).

**DISTRIBUCIÓN:**

En México: Región Sur del Golfo de California (Benson,1966)

Mundial: Región Occidental Tropical del Océano Indico y Región central Tropical del Océano Atlántico (Popofsky, 1913)

MASAS DE AGUA: *D. irregularis* es una especie considerada como característica de la Corriente de California y por lo tanto del agua Subártica (Bjorklund y Ciesielski 1994, Caudillo Bohórquez, 1996) se distribuye principalmente en la boca del Golfo de California, Benson (1964), menciona su afinidad por aguas oceánicas debido a que su ocurrencia disminuye hacia el interior del Golfo de California. Molina Cruz (1986) la

encuentra caracterizando al factor subtropical, sin embargo, también menciona que no es un especie característica de ambientes subtropicales sino a fin a las aguas de la Corriente de California. En el área de estudio caracteriza a la Corriente de California y a las masas de agua Subártica y Subártica Transicional.

*Druppatractus variabilis* Dumitrica 1973  
(Fig.2, Lám.1; Fig.1, Lám.2; Fig.2, Lám.3)

*Druppatractus cf. pyriformis* (Bailey) Benson 1966, Lám.7, Figs.2-6  
*Druppatractus variabilis* Dumitrica 1972, p.833, Lám. 6, Fig. 4, Lám.20, Figs. 6y7

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1629 ejemplares), Bap94-9T(837 ejemplares), Bap94 EL-NC (446 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: región Sur del Golfo de California (Benson,1966; Molina Cruz 1988)  
Mundial: Mar de Kamchatka (Bailey, 1856)

MASAS DE AGUA: Es considerada como un especie de ambiente frío, por su distribución en altas latitudes y su en la boca del Golfo donde presenta su mayor frecuencia, caracterizando a la masa de agua Subártica y al agua Subártica Transicional en el área de estudio. También fue registrada en la asociación que define al agua Ecuatorial en la cuenca San Lázaro pero con menor afinidad, lo cual sugiere que su presencia puede ser debida, a que es una región bajo la influencia constante de la Corriente de California.

Familia Litheliidae Haeckel 1862 emend. Campbell 1954

*Larcospira minor* (Jørgensen, 1900)  
(Fig. 4, Lám.1 )

*Lithelius minor* Jørgensen 1900, p.65-66, Lám.5, Fig.24; Benson 1964, Lám.1, Fig.38; 1966, p.262, Lám.17, Figs. 9-10, Lám.17, Figs. 1-4; Lozano 1974, Lám. IV, Fig. 10; Kling 1977, p.217, Fig.16; Molina Cruz 1977, p.342, Lám. 111, Figs. 13-14  
*Larcospira minor* (Jørgensen) Bjørklund 1976, Lám.5, Figs. 2-8

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (390 ejemplares), Bap94-9T(135 ejemplares), Bap94 EL-NC (74 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Golfo de California (Alvarez Borrego y Molina Cruz, 1986; Benson, 1964;1966); Golfo de Tehuantepec (Molina Cruz y Martínez López, 1993)

Mundial: Atlántico Norte (Jørgensen, 1900); Mar de Noruega (Bjørklund, 1976; Swanberg y Bjørklund, 1987; Frente a las costas de Perú (Molina Cruz, 1977)

MASAS DE AGUA: Lozano (1974), la encontró en muestras de sedimento bajo la influencia de aguas subantárticas y subtropicales En el área de estudio se encuentra asociada a la masa de *agua Subtropical Subsuperficial* en la cuenca San Lázaro.

Familia Pyloniidae Haeckel 1882 emend. Campbell 1954

*Tetraphyle octhacanta* Muller 1858

(Fig. 5, Lám.1; Fig. 3, Lám.2; Fig.4, Lám.3)

*Tetraphyle octhacanta* Muller 1858, p.33, Lám.2, Figs.12-13, Lám.3, Figs. 1-12; Benson 1964, Lám.1, Figs. 54-59 y 48-52; 1966, p.245, Lám. 15, Figs. 2-10, Lám.16, Fig.1; Molina Cruz 1977, p.335, Lám.5, Figs.5-7.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1380 ejemplares), Bap94-9T(1086 ejemplares), Bap94 EL-NC (574 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: región Sur del Golfo de California (Benson,1966).

Mundial: Regiones Sur y Sureste del Pacífico (Robertson, 1975; Molina Cruz, 1977)

MASAS DE AGUA: Ha sido asociada en varios estudios al *agua Subtropical* o de ambientes cálidos (Molina Cruz, 1977; Moore 1978; Welling y Pisas 1993; Pisas *et al.* 1996). En el área de estudio se encontró en las asociaciones de las masas de *agua Subtropical Subsuperficial* y *Subártica Transicional* en la cuenca San Lázaro marcando la influencia del agua Ecuatorial en esta región. En el Golfo de California caracterizó al *agua Ecuatorial* en las dos regiones estudiadas.

## SUBORDEN NASELLARIA

Familia Archiphormididae Haeckel 188 emend. Campbell 1954

*Cornutella profunda* Ehrenberg 1859

(Fig. 6, Lám.1)

*Cornutella profunda* Ehrenberg 1859, p.39; Riedel 1958, p.232, Lám.3, Figs.1-2; Benson 1964, Lám.2, Fig.30; 1966, p.430, lám.29, Figs.7-9, p.60, Lam.6, Figs.5-c:1983, p.502.; Casey 1971, Lám.23.1, Figs.9; Kling 1973, p.635, Lám.3, Figs.1-4, Lám. 9, Figs.8-17; 1977, p.215; Lám.1, Fig.19, 1979, p.309, Lám.1, Fig.19; 1979, p.309, Lám.1; Fig.21; Renz 1974, p.790, Lám.17, Figs.24-25; 1976, p.149, Lám.7, Fig.1.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1302 ejemplares), Bap94-9T(373 ejemplares), Bap94 EL-NC (149 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Parte oeste de la Región Sur del Golfo de California (Benson, 1964:1966)

Mundial: Océano Indico en aguas del Antártico, y regiones tropicales de los Océanos Pacífico y Atlántico (Benson,1966).

MASAS DE AGUA: Es una especie de afín a regiones antárticas y árticas, así como a masas de agua subsuperficiales (Petrusevskaya y Bjørklund, 1974; Bjørklund,1976; Renz,1976; Boltovskoy, 1987; Molina Cruz,1991; Bernal Ramírez,1993; Kling y Bjørklund, 1995). En el área de estudio presenta su mayor afinidad por la asociación que caracteriza al agua Intermedia, sin embargo forma parte también de la asociación que caracteriza al agua Ecuatorial, su presencia en esta asociación puede estar dada porque se encuentra representando a la fauna intermedia de la columna de agua, aunque las que dominan son las especies superficiales.

Familia Artrostroblidae Riedel 1967 emend. Foreman 1973

grupo *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) Nigrini 1977  
(Fig. 7, Lám.1)

*Lithocampe aurita* Ehrenberg 1844a, p.84

*Lithocampe australis* Ehrenberg 1844b, p.187

*Lithostrobos seriatus* Haeckel 1887, p.1474, Lám. 79, Fig. 15, Petrusenskaya 1976, Lám.28, Figs. 1-IV;1971, Lám.24, Figs. 6-8.

*Siphonocampium* cf. *seriatus* Haeckel

Grupo *Botryocyrtis auritus/australis* (Ehrenberg) Nigrini 1977, p.246, Lám.1, Figs. 2-5;1979, p.N101, Lám.27, Figs. 2a-d; Kling 1979, p.309, Lám.2, Fig.17

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1573 ejemplares), Bap94-9T(199 ejemplares), Bap94 EL-NC (155 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Sur y Central del Golfo de California (Benson,1966; Martínez López, 1989) Golfo de Tehuantepec (Molina Cruz y Martínez López,1993).

Mundial: Costas de noruega (Jørgensen,1905); Sedimentos del Pacífico Oriental Tropical, (Petrusenskaya,1962). Pacífico Norte (Sachs, 1973); Aguas de surgencias en la región ecuatorial (Molina Cruz, 1977)

MASAS DE AGUA: Boltovskoy (1987), la encuentra en el Pacífico Occidental, mencionando que presenta mayor abundancia en ambientes fríos (antárticas-subantárticas) que cálidos (Ecuatorial-Tropical). Otros autores la consideran características de región de alta productividad. En el área de estudio se encuentra caracterizando una condición de convergencia entre el agua subártica y la subtropical subsuperficial.

*Siphocampe lineata* (Ehrenberg 1838)  
(Fig. 8, Lám.1)

*Lithocampe lineata* Ehrenberg 1838, p.138

*Lithomitra lineata* (Ehrenberg) Haeckel 1877, p.1484)

*Siphocampe lineata* (Ehrenberg ) Nigrini 1977, Lám.3, Figs.9y10

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1280 ejemplares), Bap94-9T(62 ejemplares), Bap94 EL-NC (25 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Golfo de California (Molina *et. al.* 1996)

Mundial: Noratlántico, Mar de Groenlandia, Mar de Islandia (Bjørklund, 1976; Molina Cruz, 1991)

MASAS DE AGUA: Se distribuye principalmente en aguas antárticas y árticas, es característica de regiones de frentes oceánicos (Petrushevskaya y Bjørklund 1974; Boltovskoy 1978; Molina Cruz, 1991; Bernal Ramírez, 1993). En el área de estudio se encuentra en la asociación que define al agua intermedia, pero también esta presente cuando domina el agua Subtropical Subsuperficial pero en menor proporción, esto puede deberse a que se encuentra caracterizando las condiciones intermedias en la columna de agua y no las superficiales.

*Phormostichoartus* sp. A.

(Fig. 9, Lámina 1)

*Siphocampe* sp. Benson 1966, Lám. 35, Fig.9

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (704 ejemplares), Bap94-9T(296 ejemplares), Bap94 EL-NC (408 ejemplares).

## DESCRIPCIÓN:

Teca constituida por cuatro segmentos, de forma cilíndrica, tubo vertical bien definido, cilíndrico, que recorre lo largo del tórax, no presenta espina apical. Céfalos ancho casi del mismo tamaño que el tórax. El Tórax pequeño separado del céfalos y del abdomen por una constricción clara. Poros circulares ,amplios dispuestos en línea horizontal. Abdomen largo bisegmentado, cada segmento se separa por una disminución en lo ancho de la teca sin observarse una constricción clara, la terminación del abdomen esta incompleto.

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Benson (1966), menciona su afinidad por aguas oceánicas más que por las del golfo. En la Cuenca San Lázaro en el Pacífico Nororiental, así como en la Depresión de la Paz y en la región de El Carmen en el Golfo de California.

MASAS DE AGUA: En el área de estudio es afín al *agua Ecuatorial* en la Cuenca San Lázaro

## Familia Cannobotryidae Haeckel 1881 emend. Riedel 1967

*Acrobotrissa cribosa* Popofsky

(Fig. 10, Lám.1)

*Acrobotrissa cribosa* Popofsky 1913, v.14, p.322, Text. Fig. 29; Benson, 1966, Lám.23, Fig.15.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (378 ejemplares), Bap94-9T(339 ejemplares), Bap94 EL-NC (381 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Sur del Golfo de California (Benson, 1966)

Mundial: Región Tropical del Atlántico (Popofsky, 1913)

MASAS DE AGUA: Benson (1966), menciona que se distribuye principalmente en regiones tropicales y no ha sido reportada en altas latitudes. Boltovskoy (1985), la registra en el factor "Tropical" de la región Oriental del Pacífico Ecuatorial. En el área de estudio es considerada como un especie que habita aguas cálidas, encontrándose asociada al *agua Ecuatorial* en la cuenca San Lázaro.

## Familia Carpocaniidae Haeckel 1881 emend. Riedel 1967

*Carpocanistrum* spp. Nigrini 1970

(Fig. 11, Lám.1)

*Carpocanistrum petalospyris* Haeckel 1887, p.1283, Lám-52, Fig.19; Benson 1966, p.434, Lám.29, Fig.9-10.

*Carpocanistrum* spp Nigrini 1970, p.171, Lám.4, Figs.4-6; Riedel y SanFilippo 1971, p.156, Lám.1G, Fig. 7; Nigrini 1978, p. N23, Lám.21, Fig. C.

*Carpocanistrum* sp Casey 1971, Lám.23.3, Fig.2; Molina Cruz 1977, p.346, Lám. VI, Fig.13.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (681 ejemplares), Bap94-9T(59 ejemplares), Bap94 EL-NC (13 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Región sur del Golfo de California (Benson, 1966)

Mundial: Al Noroeste del Océano Atlántico y Mar Mediterráneo (Dumitrica 1973)



MASAS DE AGUA: Es una especie que se distribuye en latitudes tropicales en el Océano Índico (Johnson y Nigrini, 1982). En el área de estudio se encuentra en la asociación de la masa de agua Intermedia, sin embargo se considera como una especie cálida, la cual, nos puede estar representando las condiciones más superficiales en la columna de agua.

Familia Plagiacanthidae Hertwing 1879 emend. Goll 1979

*Lithomelissa setosa* Jörgensen 1900

(Fig.14, Lám. 1; Fig.5, Lám. 3)

*Lithomelissa setosa* Jörgensen 1900, p.81-83, Lám.4, Fig.21-22; 1905, 135-136 y 81-83, Lám.16 y 18, Fig. 81-83 y 108; Wailes 1937, vol.13, Fig.25; Bjørklund, 1974, p.24-26, Figura texto 8.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (221 ejemplares), Bap94-9T(56 ejemplares), Bap94 EL-NC (591 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Central y sur del Golfo de California (Benson, 1966)

Mundial: Atlántico Norte e isla Vancouver (Jörgensen 1900; 1905; Wailes, 1937), Al parecer esta restringida al hemisferio Norte. (Bjørklund, 1974)

MASAS DE AGUA: Habita en aguas frías y la han considerado como fauna de aguas intermedias (Petrushevskaya y Bjørklund, 1974; Weinheimer y Cayan, 1977; Bernal Ramírez, 1993). Aunque en la cuenca San Lázaro forma parte de la asociación que define al *agua Ecuatorial*, su presencia puede estar relacionada con aguas intermedias más que con las superficiales, considerándose en este estudio como una especie que habita aguas frías. En la región del Carmen se encuentra asociada al *agua Subártica*.

*Lithomelissa thoracites* Haeckel 1862

(Fig. 12, Lám.1; Fig.4, Lám.2; Fig.6, Lám.3)

*Lithomelissa thoracites* Haeckel 1862, p.301, Lám.6, Figs.2-8; Popofsky 1913, V.14, pp.337-338, Figura Texto.44-47.

?*Lithomelissa monoceras* Popofsky, 1913a, p.335 Lám.32, Fig.7y Figura Texto 43.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (1250 ejemplares), Bap94-9T(617 ejemplares), Bap94 EL-NC (390 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Sur del Golfo de California (Benson, 1966)

Mundial: Parte Tropical Occidental del Océano Indico y Tropical sur del Atlántico (Popofsky, 1913); Regiones Occidental y Oriental (frente a California) del Pacífico Norte (Petrushevskaya, 1962).

MASAS DE AGUA: Petrushevskaya (1962), la registra en sedimentos del Pacífico Oriental frente a California y en Pacífico occidental a profundidades entre 100-200 m, menciona además que esta especie se encuentra ausente en altas latitudes por lo que la considera un especie tropical a templada con una ocurrencia mundial. En el Golfo de California, Benson (1966), la encuentra con mayor frecuencia en la parte sur, aclarando que su ocurrencia en la parte norte de golfo se relaciona con las surgencias. Molina Cruz (1986) la registra en la cuenca de Guaymas, mencionando además la presencia en esta cuenca de una masa de agua caracterizada por su alta salinidad (34.8-34.9 ups) y productividad. Junto con *P. spinipes* han sido asociadas a ambientes de alta salinidad y bajas temperaturas (Welling y Pisas 1993; Molina-Cruz *et al.*, 1999). Tomando en cuenta lo anterior se consideró a *L. thoracites* como una especie tropical con un amplio rango de salinidad y temperatura. En el área de estudio se encuentra asociada al *agua Ecuatorial* la cual se distribuye hacia el sur.

*Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya 1971  
(Fig.7, Lám.3 )

Petrushevskaya 1971, Lámina 72 Figs.1-3

MATERIAL REVISADO: Bap94 EL-NC (644 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Golfo de California

MASAS DE AGUA: En el área de estudio se encuentra asociada al *agua Subártica* en la región del El Carmen.

## Familia Plagoniidae Haeckel 1881 emend. Riedel 1967

*Peridium spinipes* Haeckel 1887

(Fig. 13, Lám.1; Fig. 6, Lám.2; Fig. 9, Lám.3)

*Peridium spinipes* Haeckel, 1887; Casey, 1971; Lám. 23.2, Figs. 17 y 18*Peridium Longispinum* Jörgensen 1905, p.135, Lám.15, Figs. 75-19; Lám.16, Fig. 80.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (579 ejemplares), Bap94-9T(2088 ejemplares), Bap94 EL-NC (904 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Central y Norte del Golfo de California (Benson, 1966)

Mundial: Pacífico Central (Haeckel, 1887)

MASAS DE AGUA: Se encuentra con mayor frecuencia en la parte norte del Golfo de California (Benson, 1964). Molina Cruz, (1999), la registra en el golfo de California dentro de las asociaciones que definen las masas de agua Subtropical, Guaymas y del Golfo, considerándola como de amplia distribución. En este estudio forma parte de la asociación que define al *agua Subtropical Subsuperficial* en la cuenca San Lázaro y a la *Ecuatorial* en el Golfo de California, fue considerada como un especie de ambiente cálido.

*Plectacantha oikiskos* Jörgensen 1905

(Fig. 5 Lám.2; Fig. 8, Lám.3)

*Plectacantha oikiskos* Jörgensen 1905, Lám.13, Figs 50-57; Benson 1966, Lám.23, Figs. 18-20; Bjørklund, 1976, Lám.6, Figs. 8-10

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (225 ejemplares), Bap94-9T(2274 ejemplares), Bap94 EL-NC (2090 ejemplares).

## DISTRIBUCIÓN:

En México: Es abundante de la parte Norte del Golfo de California (Benson, 1964:1966; Gil Silva, 1981; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986)

Mundial: Jörgensen (1905), menciona que es una especie oceánica boreal, Costa Noruega (Bjørklund, 1976). Kruglikova (1989) menciona que esta especie es muy abundante en el ártico, tanto en muestras de plancton como en sedimento distribuyéndose también al oeste de Noruega y en los mares de Groenlandia, Barents y Chukchi

MASAS DE AGUA: En el Golfo de California, esta especie muy frecuente en la parte norte (Benson, 1964). Esta región dentro del golfo se caracteriza por tener una variación estacional muy pronunciada en la temperatura superficial ( $14^{\circ} - 30^{\circ}$ ) y en la evaporación, la cual alcanza sus máximos valores durante el verano, presentando una tasa de evaporación neta de  $0.95\text{m y}^{-1}$  (Roden, 1958;1964, Bray, 1988a;1988b) tomando en cuenta lo anterior, se puede considerar a *P. oikiskos* como una especie capaz de soportar cambios drásticos de salinidad y temperatura. En el área de estudio se encuentra asociada al *agua Transicional* y al *agua del Golfo*.

*Pseudocubus obeliscus* Haeckel 1887

(Fig. 10, Lá.m.3)

*Pseudocubus obeliscus* Haeckel 1887, p.1010, Lá.m.94, Fig.11; Benson, 1966, p.312, Lá.m.22, Figs.3-6.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (7 ejemplares), Bap94-9T(274 ejemplares), Bap94 EL-NC (1270 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Es abundante de la parte Central hasta la parte Norte del Golfo de California (Benson, 1964:1966; Gil Silva, 1981; Álvarez Arellano y Molina Cruz, 1986)

Mundial: Pacífico central, costa Oriental antártica, región tropical occidental del Océano Indico(Popofsy,1909:1913)

MASAS DE AGUA: En el área de estudio, es abundante en la región El Carmen, donde es afín al *agua del Golfo*.

Familia Pterocoryidae Haeckel 1881 emend. Riedel 1967

*Pterocorys minythorax* Nigrini

(Fig. 12, Lá.m.3)

DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Sur del Golfo de California (Benson,1966)

Mundial: Pacífico Ecuatorial y Occidental (Molina Cruz, 1977;Boltovskoy, 1987; Welling y Piasis, 1998)

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (797 ejemplares), Bap94-9T(106 ejemplares), Bap94 EL-NC (44 ejemplares).

MASAS DE AGUA: Ha sido asociada a regiones de alta productividad en el Pacífico ecuatorial (Molina Cruz, 1977; Pisias *et al.*, 1986). En el área de estudio se encuentra más abundante en la cuenca San Lázaro cuando la Corriente de California influye en la cuenca y la subcorriente de California se encuentra bien desarrollada.

Familia Theoperidae Haeckel 1881 emended Riedel 1976b

*Cycladophora davisiana* Ehrenberg 1862

(Fig. 11, Lám.3)

*Cycladophora ? davisiana* Ehrenberg 1862, p.297,

*Theocalyptra davisiana* (Ehrenberg) Riedel 1958, p.239, Lám. 4, Figs.2,3; Benson 1964, Lám. 2, Figs. 45-46; 1966, p.441, Lám. 29, Figs.14-15; Hays 1965, p.180; Kling 1973, p. 638, Lám. 3, Figs. 9-12, 28.

*Cycladophora davisiana* (Ehrenberg) Petrushevskaya 1967, p.122, Lám.69 I-VII; Ling *et al.*, 1971, Lám.2, Figs.6 y 7; Bjørklund 1976, Lám.11, Fig.9 y 10; Molina Cruz 1977, p.347, Lám. VII, Fig. 19; 1991 p.1, Fig.2, No. 14 y 15.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (223 ejemplares), Bap94-9T(881 ejemplares), Bap94 EL-NC (556 ejemplares).

#### DISTRIBUCIÓN:

En México: Región sur del Golfo de California (Benson, 1966; Martínez López 1989)

Mundial: Riedel (1958), menciona que es una especie más común en latitudes altas y medias que en las tropicales. En el Océano Pácifico (Molina Cruz, 1977; Robertson, 1975), Mar de Bering (Ling *et al.*, 1971); Mar de Noruega (Bjørklund 1976; Swanberg y Bjørklund, 1987). Artico y mares de Groenlandia y Noruega (Bjørklund y Ciesielski, 1994).

MASAS DE AGUA: Es una especie subsuperficial, que habita aguas árticas por debajo de los 200 m y más tolerante que otras especies a ambientes de condiciones climáticas frías (Morley y Hays 1983, Molina Cruz, 1991; Bernal Ramírez, 1993). En el área de estudio se encuentra en la asociación que caracteriza al *agua Subártica* aunque no es la que domina, al ser una especie que habita aguas subsuperficiales se puede considerar que se encuentra caracterizando más las condiciones intermedias que a las superficiales.

*Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel 1887  
(Fig. 12, Lám.3 )

*Eusyringium siphonostoma* Benson 1966, p.498, Lám.34, Figs.6-9;1964, Lám.2, Figs.55, 59-60.

*Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel 1887, p.1489, Lám.80, Fig.11; Nigrini 1967, p.83, Lám.8, Figs.4a,b; Molina Cruz 1977, p.336, Lám. 7, Figs. 4-5; Nigrini y Moore 1979, p. N63, Lám.24, Figs. 4a,b.

MATERIAL REVISADO: Cuenca San Lázaro (380 ejemplares), Bap94-9T(549 ejemplares), Bap94 EL-NC (596 ejemplares).

DISTRIBUCIÓN:

En México: Región Central del Golfo de California (Benson,1966), Cuenca del Carmen en el Golfo de California (Molina-Cruz *et al.* 1999).

Mundial: Océano Índico (Nigrini,1976)

MASAS DE AGUA: Benson (1966) menciona que es tolerante a aguas con un promedio alto de temperatura y salinidad. Molina-Cruz *et al.* (1999), la registran en la cuenca del Carmen, considerándola afín a una región de surgencia. En el área de estudio también se registra en la región del Carmen, pero en la asociación del *agua Ecuatorial*, la cual esta presente en la región durante el verano y las surgencias se presentan del lado de la península de Baja California.

---

LAMINAS

Cuenca San Lázaro



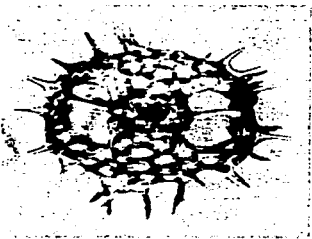
1



2

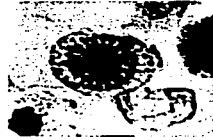


3



5

100  $\mu$



4



6



7



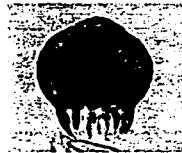
8



9



10



11



12



13



14



15

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



CUENCA SAN LÁZARO

Figura

1.- *Didimocyrtis tetratalamus* (Haeckel)

Ca94-9k, Lámina 8

Talla: Largo de la teca cortical 40  $\mu$ , largo de la teca interna 120  $\mu$ , largo de capas polares 60  $\mu$ , ancho de la teca cortical 25  $\mu$ , ancho de la teca interna sin capas polares 90  $\mu$ .

2.- *Drupptractus variabilis* Popofsky,

Ca94-9k, Lámina 61-62;

Talla: Largo teca interna 50  $\mu$  de largo, ancho teca interna 30  $\mu$ , Diámetro teca externa 95  $\mu$  de ancho, largo espina polar 50  $\mu$ .

3.- *Drupptractus irregularis* Dumitrica

Ca94-9k, Lámina 61-62;

Talla: Largo teca interna 46  $\mu$ , ancho teca interna 30  $\mu$ , diámetro teca externa 80  $\mu$  de ancho, largo espina polar 45  $\mu$ .

4.- *Larcospira minor* (Jørgensen, 1900)

Ca94-8k, Lámina 46;

Talla: Diámetro de la teca 80  $\mu$ .

5.- *Tetraphyle othacanta* Muller

Ca94-9k, Lámina 8

Talla: Diámetro de la teca interna 70  $\mu$ , diámetro del cinturón externo 140  $\mu$ .

6.- *Comutella profunda* Ehrenberg,

Ca94-9k, Lámina 12-14

Talla: Largo de la teca 140  $\mu$  de largo, 30  $\mu$  de ancho, espina apical 90  $\mu$ .

7.- *Botryocyrtis auritus /australis* grupo (Ehrenberg)

Ca94-9k, Lámina 46

Talla: Largo de la teca 120  $\mu$ , ancho de la teca 50  $\mu$

8.- *Siphocampe lineata* (Ehrenberg)

Ca94-9k, Lámina 12-14

Talla: Largo de la teca 150  $\mu$  de largo, ancho de la teca 50  $\mu$ .

Figura

9.- *Phormostichoartus* sp A

Bap96-6c, Lámina 95

Talla: Largo de la teca 90  $\mu$ , ancho de la teca 50  $\mu$ .

10.- *Acrobotrissa cribosa* Popofsky

Ca94-9k, Lámina 12-14.

Talla: Diámetro del céfalís 20  $\mu$ , largo del tórax 15  $\mu$ , ancho del tórax 45  $\mu$ , largo del lóbulo dorsal 40  $\mu$ , ancho del lóbulo dorsal 30  $\mu$ , largo de espina apical 30  $\mu$ .

11.- *Carpocanistrum* spp. Nigrini

Ca94-9k, Lámina 8

Talla: Largo de la teca 95  $\mu$ , ancho de la teca 85  $\mu$  de ancho, largo del peristoma 40  $\mu$ .

12.- *Lithomelissa setosa* Jorgensen

Bap96-6c, Lámina 14;

Talla: Largo del céfalís 15  $\mu$ , ancho del céfalís 18  $\mu$ , largo del Tórax 35  $\mu$ , ancho del tórax 28  $\mu$

13.- *Lithomelissa thorcites* Haeckel

Ca94-9k, Lámina 61-62

Talla: Largo del céfalís 45  $\mu$ , ancho del céfalís 35  $\mu$ , largo del tórax 50  $\mu$ , ancho del tórax 53  $\mu$ .

14.- *Peridium spinipes* Haeckel

Ca94-8k, Lámina 48

Talla: Largo del céfalís 55  $\mu$ , ancho del céfalís 45  $\mu$ .

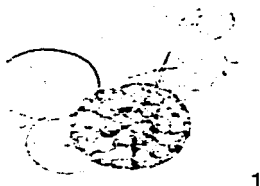
15.- *Pterocorys mynithorax* Nigrini

Ca94-9k, Lámina 24;

Talla: Largo del céfalís 28  $\mu$ , ancho del céfalís 18  $\mu$ , largo del tórax 50  $\mu$ , ancho del tórax 60  $\mu$ , largo del abdomen 75  $\mu$ , ancho del abdomen 110  $\mu$ . Ancho del lóbulo dorsal 18  $\mu$ , largo de la espina apical 6  $\mu$ .

# Lámina 2

## Depresión de la Paz



1



2



3



4

100  $\mu$



5



6

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA 2

DEPRESIÓN DE LA PAZ

Figura

1.-*Druppactractus variabilis* Popofsky

Bap94-9T, Lámina 15

Talla: Largo teca interna 45  $\mu$  , ancho máximo teca interna 32  $\mu$  , diámetro teca externa 85  $\mu$  , largo espina polar 45 $\mu$

2.-*Druppactractus irregularis* Dumitrica

Bap94-9T, Lámina 94

Talla: Largo teca interna 38  $\mu$  , ancho máximo teca interna 25  $\mu$  , diámetro espina polar 70  $\mu$

3.-*Tetraphyle octhacanta* Muller

Bap94-9T, Lámina 30

Talla: Largo teca interna 35 $\mu$  , largo del cinturón externo 110  $\mu$  , de ancho del cinturón externo 60  $\mu$

4.-*Lithomelissa thorcites* Haeckel

Bap94-9T, Lámina 94

Talla: Largo del céfalos 45  $\mu$  , ancho del céfalos 40 $\mu$   
largo espina lateral 25  $\mu$

5.-*Peridium spinipes* Haeckel

Bap94-9T, Lámina 94

Talla: Largo del céfalos 50  $\mu$  , ancho del céfalos 40  $\mu$

6.-*Plectacantha oikiskos* Jörgensen

Bap94-9T, Lámina 94

Talla: Largo del céfalos 20  $\mu$  , ancho del céfalos 35  $\mu$  , largo espina apical 60  $\mu$  , largo espina lateral 45 $\mu$

El Carmen



1



2



3



4

100  $\mu$



5



6



7



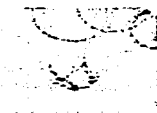
9



8



12



10



11

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA 3

EI CARMEN

Figura

1.-*Hexacantium enthacantum* Jorgensen  
Bap94-9T, Lámina 3  
Talla: Diámetro teca intermedia 35  $\mu$  , diámetro  
teca externa 95  $\mu$

2.-*Druppattractus variabilis* Popofsky  
Bap94-9T, Lámina 104  
Talla: Largo teca interna 50  $\mu$  , ancho máximo teca  
interna 35  $\mu$  , largo espina polar 50 $\mu$

3.-*Druppattractus irregularis* Dumitrica  
BAP94-EL-NC, Lámina 114;  
Talla: Largo teca interna 40  $\mu$  , ancho teca interna  
30  $\mu$  , diámetro espina polar 60  $\mu$

4.-*Tetraphyle octhacanta* Muller  
BAP94-EL-NC, Lámina 23;  
Talla: Largo teca interna 40 $\mu$  , largo del cinturón  
externo 120  $\mu$  , de ancho del cinturón externo 85  $\mu$

5.-*Lithomelissa setosa* Jorgensen  
BAP94-EL-NC, Lámina 23;  
Talla: Largo del céfalis 20 $\mu$  , ancho del céfalis 15  $\mu$   
 , Largo del Tórax 40  $\mu$  , ancho del tórax 35  $\mu$

6.-*Lithomelissa thorcites* Haeckel  
BAP94-EL-NC, Lámina 23-24;  
Talla: Largo del céfalis 40 $\mu$  , ancho del céfalis 45  $\mu$   
 , largo del Tórax 50  $\mu$  , ancho del tórax 58  $\mu$  , largo  
espina lateral 65  $\mu$

Figura

7.-*Trisulcus cf. testudus* Petrushevskaya  
BAP94-EL-NC, Lámina 8;  
Talla: Largo del céfalis 20 $\mu$  , ancho del céfalis 15  
 $\mu$  , largo del Tórax 50  $\mu$  , ancho del tórax 30  $\mu$

8.-*Peridium spinipes* Haeckel  
BAP94-EL-NC, Lámina 1;  
Talla: Largo del céfalis 55  $\mu$  , ancho del céfalis 40  $\mu$

9.-*Plectacantha oikiskos* Jörgensen  
BAP94-EL-NC, Lámina 23-24;  
Talla: Largo del céfalis 35  $\mu$  , ancho del céfalis  
25 $\mu$ .

10.-*Pseudocubus obeliscus* Haeckel  
BAP94-EL-NC, Lámina 1  
Talla: Diámetro del anillo del collar 20  $\mu$  , diámetro  
del anillo superior 50  $\mu$  , altura del céfalis piramidal  
30  $\mu$ .

11.-*Cycladophora davisiana* Ehrenberg  
BAP94-EL-NC, Lámina 112;  
Talla: Largo del céfalis 18  $\mu$  , largo del tórax 30  
largo del abdomen 75  $\mu$  , ancho máximo de la teca  
90  $\mu$

12.-*Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel  
BAP94-EL-NC, Lámina 114;  
Talla: Largo de la teca 175  $\mu$  , largo del céfalis 15,  
largo del tórax 25  $\mu$  , ancho del abdomen 80  $\mu$

---

ANEXOS

Cuencas San Lázaro

Láminas	Cronología	Mediante (±40 μ)	% Mat grueso (±40 μ)	Abundancia absoluta
1	1954	0.2341	.	160
2	1954	0.4931	.	140
3	1993	0.3599	.	172
4	1991	0.5430	.	120
5	1990	0.5653	.	108
6	1989	1.1952	.	141
7	1988	0.9409	.	128
8	1987	0.9715	.	538
9	1985	0.5665	.	205
10	1985	1.2611	.	358
11	1984	0.8125	.	194
12	1982	0.0592	0.63	286
13	1980	0.0339	2.33	241
14	1979	0.0239	3.17	122
15	1977	0.0393	4.40	100
16	1976	0.0391	1.12	397
17	1974	0.0151	0.47	437
18	1973	0.0097	0.78	157
19	1971	0.0230	0.39	417
20	1969	0.0093	0.27	353
21	1968	0.0170	0.59	374
22	1966	0.9151	0.40	343
23	1965	0.0154	0.18	351
24	1963	0.0163	0.25	380
25	1962	0.0276	0.49	387
26	1960	0.0162	0.49	423
27	1959	0.0087	0.27	1193
28	1958	.	.	670
29	1957	.	.	1458
30	1956	.	.	985
31	1954	.	.	806
32	1953	.	.	361
33	1950	0.0470	0.76	164
34	1947	0.6109	.	315
35	1946	0.3196	.	192
36	1941	1.4439	.	206
37	1940	0.5724	.	335
38	1939	0.7261	.	451
39	1938	0.6331	.	374
40	1937	0.6189	.	428
41	1936	0.6399	.	791
42	1935	0.8705	.	792
43	1934	0.7295	.	761
44	1933	0.6436	.	285
45	1932	0.3384	.	121
46	1931	0.9256	.	157
47	1930	0.6280	.	1246
48	1929	0.7361	.	457
49	1928	0.7737	.	143
50	1925	0.0370	0.55	331
51	1923	0.0470	0.25	348
52	1922	0.0420	0.53	338
53	1920	0.0710	0.64	318
54	1917	0.0120	0.14	341
55	1914	0.0190	0.30	341
56	1912	0.0960	0.10	294
57	1909	0.0100	0.17	304
58	1906	0.0280	0.25	450
59	1905	0.0139	0.67	228
60	1904	0.0260	0.37	254
61	1901	0.0220	0.63	257
62	1900	0.00631	0.07	730
63	1899	0.0200	0.23	131
64	1895	0.0760	0.36	167
65	1894	0.0340	0.83	401
66	1893	0.0240	0.56	257
67	1892	0.01630	0.86	194
68	1891	0.1660	1.14	124
69	1890	0.0300	0.49	107
70	1888	0.0250	0.51	280
71	1887	0.0430	0.66	300
72	1883	0.01419	0.30	583
73	1882	0.0490	0.79	108

Diposición de la Paz

Láminas	No de muestra	Cronología	Peso del Mat grueso (±40 μ)	% Mat grueso (±40 μ)	Abundancia absoluta	Densidad (radioactivo)
1	1	1933	0.19101	1.58	427	51045
2	2	1983	0.06289	1.61	356	434456
3	3	1983	0.09929	1.63	526	113799
4	4	1975	0.1875	2.65	441	464549
5	5	1967	0.18302	1.51	556	830759
6	6	1960	0.08124	1.54	420	678583
7	7	1952	0.2299	2.99	388	408266
8	8	1944	0.21661	2.65	317	393988
9	9	1938	0.10438	1.91	361	521390
10	10	1932	0.11974	2.70	465	338272
11	11	1925	0.18273	3.90	391	50396
12	12	1918	0.19624	6.32	377	172140
13	13	1912	0.07564	1.44	396	121445
14	14	1906	0.11662	5.04	558	55474
15	15	1900	0.10223	6.10	1028	50114
16	16	1891	0.2672	12.25	345	97405
17	17	1878	0.1259	1.70	483	819390
18	18	1859	0.1594	1.63	344	82213
19	19	1850	0.3722	5.94	373	82839
20	20	1852	0.31814	11.15	528	60717
21	21	1830	0.72365	12.00	400	54394
22	22	1819	0.18619	2.93	392	170314
23	23	1811	0.14172	2.36	376	158856
24	24	1803	0.47628	9.85	282	81827
25	25	1793	0.12136	1.70	509	120588
26	26	1783	0.13142	1.62	336	210594
27	27	1775	0.23353	5.00	497	90341
28	28	1767	0.09556	1.88	384	191703
29	29	1758	0.18222	1.84	446	111843
30	30	1750	0.47492	10.38	643	105870
31	31	1740	0.36343	15.77	485	35913
32	32	1729	0.22107	7.31	362	83845
33	33	1719	0.546	18.84	412	68682
34	34	1708	0.52579	17.85	403	51920
35	35	1690	0.20192	1.92	528	246919
36	36	1678	0.16761	1.59	383	248545
37	37	1664	0.14877	1.87	500	239737
38	38	1654	0.05345	1.96	367	21207
39	39	1640	0.27558	4.01	539	27739
40	40	1623	0.16373	1.70	392	380166
41	41	1611	0.51428	7.26	379	28026
42	42	1601	0.1272	1.83	384	165026
43	43	1592	0.39559	3.69	345	13561
44	44	1584	0.15609	3.21	427	17391
45	45	1576	0.7505	14.85	436	33564
46	46	1567	0.24846	4.20	356	16758
47	47	1559	0.26515	3.28	380	28400
48	48	1554	0.16551	3.30	351	67651
49	49	1548	0.1316	9.25	510	461820
50	50	1538	0.1809	1.45	547	127545
51	51	1530	0.098	1.69	329	169044
52	52	1523	0.1272	1.34	376	747064
53	53	1513	0.1286	1.83	905	952738
54	54	1505	0.2644	3.97	522	188248
55	55	1499	0.0962	1.76	372	642274
56	56	1493	0.0769	1.47	410	662425
57	57	1485	0.0952	1.64	337	874375
58	58	1478	0.1055	1.97	349	327702
59	60	1471	0.24492	1.94	475	459979
61	61	1464	0.14097	2.08	439	552332
62	62	1456	0.22465	2.19	397	215518
63	63	1445	0.21807	1.66	351	194554
64	64	1434	0.14338	1.79	384	378406
65	65	1425	0.19791	2.07	428	267852
66	66	1417	0.0725	1.11	366	263064
67	67	1411	0.1543	2.11	355	238113
68	68	1403	0.23607	2.33	350	233375
69	69	1395	0.09859	2.36	372	231885
70	70	1389	0.18403	1.67	646	215943
71	71	1379	0.11696	1.84	511	734653
72	72	1368	0.17668	1.87	411	430308
73	73	1350	0.17463	1.63	448	439312
74	74	1341	0.14620	1.45	401	362789

El Cuzco

Láminas	No de muestra	Cronología	Peso del Mat grueso (±40 μ)	% Mat grueso (±40 μ)	Abundancia absoluta	Densidad (radioactivo)
1	1,2	1978-1979	0.19246	2.17	339	651074
2	3	1995	0.38456	4.40	436	10594
3	4	1983	1.49011	1.76	348	181992
4	5	1990	0.39468	3.31	393	5340
5	6	1978	0.2263	3.14	376	14658
6	7	1975	0.23446	3.45	339	65657
7	8	1973	0.24883	3.78	358	6514
8	9	1970	0.36484	3.20	436	7193
9	10-11	1968-1995	0.46818	3.42	297	257
10	12	1963	0.24204	2.09	391	221745
11	13	1960	0.16238	1.83	440	347423
12	14	1958	0.18374	1.99	349	322212
13	15	1955	0.33209	4.11	254	3438
14	16	1953	0.26678	2.20	431	127604
15	17	1950	0.39047	2.09	576	176003
16	18	1948	0.19352	2.34	439	173042
17	19	1945	0.32273	2.15	365	178844
18	20	1943	0.10859	2.24	312	107091
19	21	1940	0.11334	1.94	377	126746
20	22	1938	0.10659	1.91	439	102888
21	23-24	1936-1939	0.32722	2.37	379	116636
22	25	1935	0.26606	3.90	319	23481
23	26	1928	0.03973	1.80	296	63129
24	27	1925	0.26344	2.00	439	88422
25	28	1923	0.19556	2.09	335	57269
26	29	1920	0.14932	1.89	348	88544
27	30	1918	0.26561	2.27	274	52345
28	31	1915	0.16261	1.54	312	33687
29	32	1913	0.041	1.96	323	62630
30	33	1910	0.16772	2.10	266	55196
31	34	1908	0.27644	1.96	480	87895
32	35	1906	0.2154	2.01	223	63789
33	36	1903	0.29097	2.33	344	78913
34	37	1900	0.13491	2.67	384	86659
35	38	1898	0.26996	2.41	334	106627
36	39	1895	0.42383	2.30	603	121161
37	40	1893	0.63306	2.99	331	185645
38	41	1890	0.40273	2.39	436	66386
39	42	1888	0.33335	2.31	394	74749
40	43-44	1886-1888	0.23129	2.92	414	62658
41	45	1880	0.58874	2.62	207	36128
42	46	1876	0.22764	2.46	379	93417
43	47	1875	0.36627	2.17	375	63729
44	48	1873	0.22394	2.66	476	72407
45	49	1870	0.16796	2.26	460	86337
46	50	1868	0.21136	2.26	233	66967
47	51-52	1865-1869	0.20337	2.72	358	89182
48	53	1860	0.18057	2.76	160	48082
49	54	1856	0.10731	1.98	370	82396
50	55	1855	0.13289	2.49	239	53472
51	56-57	1853-1856	0.16593	2.51	106	53978
52	58	1848	0.26567	2.46	327	104339
53	59	1845	0.48757	2.78	358	128145
54						

Cuerpo Sin Líbraz				
Láminas	Conología	Señal (%)	% Mat grueso (+40 µ)	Abundancia absoluta

74	1881	0.0121	0.33	231
75	1889	0.2510	1.27	193
76	1879	0.0107	0.21	285
77	1876	0.0195	0.41	460
78	1874	0.0470	0.48	300
79	1872	0.0150	0.48	298
80	1871	0.02931	0.43	244
81	1870	0.0400	0.47	296
82	1869	0.01297	0.57	205
83	1858	0.0430	0.54	222
84	1856	0.0250	0.36	231
85	1854	0.0250	0.17	253
86	1853	0.0172	0.33	357
87	1852	0.0048	0.20	123
88	1851	0.0250	0.27	391
89	1850	0.0130	0.55	226
90	1859	0.0289	0.52	431
91	1858	0.0365	0.56	414
92	1857	0.0046	0.19	320
93	1856	0.0319	0.18	255
94	1855	0.0550	0.57	330
95 (Ca94-95)	1853	0.0069	0.25	286
96	1852	0.032	1.68	301
97	1850	0.0119	0.45	181
98	1849	0.0061	0.32	108
99	1848	0.041	0.56	317
100	1847	0.032	1.11	355
101	1846	0.0049	0.23	109
102	1844	0.0026	0.15	160
103	1843	0.038	0.59	235
104	1841	0.025	0.32	364
105	1840	0.016	0.32	387
106	1839	0.032	0.61	393
107	1838	0.0725	1.33	241
108	1837	0.0029	0.07	151
109	1836	0.050	0.61	379
110	1834	0.042	1.17	382
111	1833	0.0061	0.18	162
112	1832	0.0026	0.13	194
113	1831	0.0043	0.31	136
114	1830	0.019	0.26	355
115	1829	0.0054	0.27	119
116	1827	0.0087	0.30	364
117	1825	0.0108	0.38	282
118	1823	0.0151	0.21	658
119	1821	0.0081	0.28	319
120	1819	0.0124	0.50	204
121	1817	0.0129	0.67	219
122	1816	0.0207	0.73	460
123	1813	0.0022	0.07	174
124	1812	0.0023	0.07	140
125	1810	0.0028	0.10	141
126	1806	0.0302	0.19	459
127	1800	0.0262	0.17	535
128	1797	0.0073	0.20	309
129	1794	0.0069	0.23	183
130	1792	0.0080	0.18	502
131	1790	0.0125	0.27	582
132	1788	0.0080	0.24	322
133	1786	0.0082	0.22	468
134	1783	0.0199	0.27	524
135	1781	0.0196	0.30	540
136	1778	0.0201	0.24	513
137	1774	0.0254	0.41	428
138	1771	0.0205	0.34	276
139	1768	0.0157	0.21	371
140	1765	0.0322	0.15	390

Sumatoria =			9052
Promedio =	0.2952	0.72	359

Datos no disponibles

Deyrasa de la Paz						
Láminas	No de muestra	Conología	Peso del Mat grueso (+40 µ)	% Mat grueso (+40 µ)	Abundancia absoluta	Densidad (radolanos/g)

74	75	1743	0.10244	1.90	417	234245
75	76	1737	0.12775	1.60	305	395129
76	77	1727	0.16461	1.85	412	398018
77	78	1718	0.14955	1.89	440	284724
78	79	1712	0.15105	2.41	482	443287
79	80	1705	0.1477	2.08	453	240155
80	81	1297	0.17561	2.55	413	532237
81	82	1289	0.12118	2.35	389	212452
82	83	1280	0.20031	2.47	316	245429
83	84	1271	0.1429	2.03	360	75819
84	85	1261	0.17789	1.85	517	349002
85	86	1253	0.23366	2.20	402	254432
86	87	1245	0.15991	1.91	500	322093
87	88	1234	0.23672	2.30	318	442268
88	89	1223	0.25265	2.85	397	247748
89	90	1217	0.25598	2.00	546	369257
90	91	1209	0.09754	2.52	535	472522
91	92	1198	0.08278	2.35	476	475099
92	93	1190	0.15625	1.61	477	241304
93	94	1182	0.1479	2.05	354	665919
94	95	1175	0.1136	1.60	377	508212

Sumatoria =		31099	1868664
Promedio =	0.2065	4.13	255982

El Carmen					
Láminas	No de Muestra	Conología	Peso del Mat grueso (+40 µ)	% Mat grueso (+40 µ)	Abundancia absoluta

74	81	1790	0.20159	2.65	221
75	82	1788	0.11221	2.51	211
76	83	1785	0.29331	3.25	35
77	84	1783	0.20908	3.91	314
78	85	1780	0.2309	3.23	368
79	86	1778	0.26062	2.93	157
80	87	1775	0.17087	2.70	234
81	88-89	1773-1770	0.26106	2.95	209
82	90	1769	0.11295	2.29	423
83	91	1765	0.19504	3.09	179
84	92	1763	0.10341	2.56	140
85	93	1760	0.31392	2.72	197
86	94	1758	0.20565	3.00	170
87	95-96	1755-1753	0.12483	2.86	332
88	97	1750	0.29951	3.39	188
89	98-99	1748-1745	0.35482	2.47	263
90	100	1743	0.16189	2.45	379
91	101	1740	0.20158	2.25	213
92	102	1738	0.16937	1.83	197
93	103	1735	0.22548	2.03	955
94	104	1733	0.3321	1.89	380
95	105-106	1730-1728	0.22138	2.93	378
96	107	1725	0.09467	1.19	397
97	108	1723	0.12803	2.25	339
98	109	1720	0.18399	1.59	355
99	110	1718	0.15472	2.57	296
100	111	1715	0.22446	3.17	313
101	112	1713	0.21055	2.84	437
102	113	1710	0.25231	2.76	207
103	114	1708	0.22042	2.34	343
104	115	1705	0.39904	3.04	397
105	116	1703	0.23521	2.92	297
106	117	1700	0.18444	3.06	185
107	118-119	1698-1696	0.9215	2.92	314
108	120-121	1693-1690	0.29065	3.05	527

Sumatoria =		25287	
Promedio =	0.2412	2.46	346

Láminas no utilizadas en el análisis de Factor

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



## CUENCA SAN LAZARO

ID	Especie	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)	Abundancias absolutas	Abundancia relativa maxima
1	<i>Acrosphaera flammabunda</i> (Haeckel, 1887)	2	0.03	3	0.41
2	<i>Acrosphaera murtevana</i> (Haeckel, 1887)	35	0.46	89	8.33
3	<i>Actinomma antarcticum</i> (Haeckel, 1887)	5	0.07	7	0.71
4	<i>Actinomma delicatum</i> (Dogiel, 1952)	112	1.46	464	4.64
5	<i>Actinomma nevsi</i> Bionkini 1976	55	0.72	98	3.67
6	<i>Actinomma reibitzianum</i> (Ehrenberg, 1860)	66	0.86	150	2.13
7	<i>Actinospaera acanthophora</i> (Popofsky, 1912)	6	0.08	10	2.78
8	<i>Actinospaera cristata</i> (Haeckel, 1887)	15	0.20	25	1.88
9	<i>Amphirocium vasion</i> Haeckel 1887	65	0.85	119	2.59
10	<i>Ampisonaera cristata</i> Carnevale 1908	11	0.14	17	1.47
11	<i>Ampionius acanthomeira</i> Haeckel 1887	90	1.17	218	3.67
12	<i>Genosphaera cf. perforata</i> Haeckel 1887	65	0.85	163	3.70
13	<i>Genosphaera coronata</i> Haeckel 1887	53	0.69	86	3.11
14	<i>Ceratodiscus microporus</i> (Schr., 1880)	6	0.08	6	0.74
15	<i>Claodococcus stiaicrifus</i> Haeckel 1887	5	0.07	6	0.46
16	<i>Colosphaera luteo-rosea</i> Haeckel 1887	6	0.08	7	0.36
17	<i>Cypopsis irregularis</i> Nignni 1968	40	0.52	83	1.72
18	<i>Dactilocoryne profunda</i> Ehrenberg 1860	16	0.21	24	1.99
19	<i>Dactilocoryne truncatum</i> (Ehrenberg, 1872)	4	0.05	4	0.52
20	<i>Didymocytus tetrastratum</i> Haeckel, 1887	123	1.60	749	7.32
21	<i>Druppatriacus irregularis</i> Popofsky 1913	117	1.52	730	7.66
22	<i>Druppatriacus variabilis</i> Dumitrica 1973	139	1.81	2116	14.68
23	<i>Euchitona cf. furcata</i> (Ehrenberg, 1872)	64	0.83	233	3.36
24	<i>Euchitona cf. triangulum</i> Ehrenberg 1872	33	0.43	59	2.78
25	<i>Euchitona elegans</i> (Ehrenberg, 1872)	18	0.23	22	0.78
26	<i>Euchitona sp.</i>	23	0.30	31	1.37
27	<i>Heliodiscus astenicus</i> Haeckel 1887	23	0.30	36	0.66
28	<i>Heliodiscus echiniscus</i> Haeckel 1887	46	0.60	62	1.22
29	<i>Heliosphaera radiata</i> Popofsky 1912	45	0.59	87	2.04
30	<i>Hexacoelium entacanthum</i> Jørgensen 1905	98	1.28	318	3.19
31	<i>Hexacoelium hostia</i> Jørgensen 1905	4	0.05	4	1.85
32	<i>Hexacoelium leavigatum</i> Haeckel 1887	13	0.17	10	0.40
33	<i>Hexapyle dodecantha</i> (grupo) Haeckel 1887	63	0.82	112	2.07
34	<i>Hexastivus inaxonius</i> Haeckel 1887	57	0.74	116	2.56
35	<i>Larocope butschlii</i> Dreyer 1889	95	1.24	250	3.05
36	<i>Larocopia minor</i> (Jørgensen, 1905)	104	1.35	419	6.04
37	<i>Larocopia quadrangula</i> Haeckel 1887	42	0.55	60	1.23
38	<i>Larocopia sp.</i>	34	0.44	123	18.52
39	<i>Octopyle stenozona</i> Haeckel 1887	37	0.48	119	2.78
40	<i>Phoricium pyronium</i> (grupo) Haeckel 1887	97	1.26	444	4.85
41	<i>Siphonospaera polysiphonia</i> Haeckel 1887	46	0.60	88	2.06
42	<i>Sphaerocentrum punctatum</i> Muller 1858	22	0.29	20	2.21
43	<i>Spongaster tetra</i> Ehrenberg 1860	66	0.86	120	1.71
44	<i>Spongocore puelia</i> Haeckel 1887	15	0.19	73	2.47
45	<i>Spongodiscus bicoracvus</i> Haeckel 1887	17	0.22	20	0.66
46	<i>Spongopyle oscuosa</i> Dreyer 1872	73	0.95	218	2.07
47	<i>Spongodiscus glacialis</i> Popofsky, 1908	50	0.65	91	1.53
48	<i>Spongurus cf. elliptica</i> (Ehrenberg, 1872)	47	0.61	104	3.69
49	<i>Stivaecentrum punctatum</i> Popofsky 1918	50	0.65	148	1.83
50	<i>Stivochlamydom astenicus</i> Haeckel 1887	28	0.36	37	1.53
51	<i>Stivochlamydom venustum</i> (Bailey, 1856)	34	0.44	56	3.52
52	<i>Stivodictya aculeata</i> Jørgensen 1905	52	0.68	119	2.52
53	<i>Stivodictya valdispirina</i> Jørgensen 1905	116	1.51	349	4.20
54	<i>Tetrapyle octacantha</i> Muller 1858	134	1.75	1519	13.41
55	<i>Trisolen megastictis</i> (Ehrenberg, 1872)	14	0.18	14	3.35
56	<i>Xiphactinax ceros</i> (Haeckel, 1887)	96	1.25	298	4.03
57	<i>Xiphactinax puto</i> (Haeckel, 1887)	38	0.50	125	16.04
58	<i>Acrobotrysa cribosa</i> Popofsky, 1913	103	1.34	350	4.17
59	<i>Acrobotrysa cf. dispersa</i> Haeckel 1887	22	0.29	28	1.00
60	<i>Ampiplicia cyrindrocephala</i> Dumitrica 1973	53	0.69	85	1.99
61	<i>Anthocodium opacum</i> (Ehrenberg, 1872)	2	0.03	2	1.36
62	<i>Anthocodium zanzibaricum</i> Ehrenberg 1873	100	1.30	281	4.07
63	<i>Arthrocodrus umbellifera</i> Haeckel 1861	2	0.03	6	3.33
64	<i>Arthrotrys sp.</i>	4	0.05	5	1.25
65	<i>Arthrotrypus annuatus</i> (Bailey, 1856)	45	0.59	81	2.78
66	<i>Arthrotrypus sp.</i>	4	0.05	9	1.55
67	<i>Botryococcus auritus-australis</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	133	1.73	1127	17.40
68	<i>Botryococcus scutum</i> (Hanning, 1863)	75	0.98	169	3.24
69	<i>Botryococcus sp.</i>	19	0.25	69	2.48
70	<i>Botryococcus equilonaris</i> (Bailey, 1856)	66	0.86	112	1.68
71	<i>Callimira carinata</i> Haeckel 1887	1	0.01	1	0.36
72	<i>Callimira sharonae</i> Goll 1979	0	0.22	2	0.83
73	<i>Calpodanidium papilionum</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	15	0.19	29	4.88
74	<i>Calpodanistrum sp.</i> Nignni 1970	120	1.56	758	8.21
75	<i>Centrobotrys terminaria</i> Nignni 1965	18	0.23	25	1.55
76	<i>Claosennium cf. incoipum</i> (Haeckel, 1887)	93	1.21	232	2.78
77	<i>Clethocarpus murrai</i> Haeckel 1887	2	0.03	2	0.13
78	<i>Clethrococcus cf. semiesis</i> Haeckel 1887	63	0.82	156	5.15
79	<i>Cornutella profunda</i> Ehrenberg 1858	138	1.80	1479	9.23
80	<i>Cornutella trilineata</i> Popofsky 1908	2	0.03	2	1.35
81	<i>Cyclodochora ovisiana</i> Ehrenberg 1872	83	1.08	253	2.50
82	<i>Cyrtopora laguncula</i> Haeckel 1887	6	0.08	6	0.52
83	<i>Dendropapys cf. binapiensis</i> Goll 1980	2	0.03	2	0.49

INSTITUTO  
 NACIONAL  
 DE ESTADÍSTICA  
 Y CENSO

## ANEXO II(continuación)

84	<i>Dendrosyrus darmaeocornis</i> (Haeckel, 1887)	14	0.18	22	0.87
85	<i>Dithyophimus crissae</i> Ehrenberg 1854	60	0.78	100	1.85
86	<i>Dithyophimus infabnicatus</i> Niginni 1968	78	1.02	207	2.33
87	<i>Dithyophimus palyoccephalus</i> Haeckel 1881	33	0.43	103	4.67
88	<i>Entredonothorus rotulus</i> Haeckel 1887	67	0.87	2	0.27
89	<i>Euca cryphalus cervus</i> Ehrenberg	99	1.29	347	3.09
90	<i>Eucyrtidium acuminatum</i> (Ehrenberg, 1844)	12	0.16	23	1.25
91	<i>Eucyrtidium anomalum</i> Haeckel 1862	41	0.53	87	1.29
92	<i>Eucyrtidium hexagonatum</i> Haeckel 1887	109	1.42	410	3.70
93	<i>Eucyrtidium hexastichum</i> (Haeckel, 1887)	73	0.95	154	2.13
94	<i>Eucyrtidium infundibulum</i> (Haeckel, 1887)	70	0.91	173	3.07
95	<i>Girardius aculeatus</i> (Haeckel, 1881)	1	0.01	4	0.47
96	<i>Helatolius hirticarpa</i> Jørgensen 1905	98	1.28	285	2.80
97	<i>Lamprocyclus mantalis mantalis</i> Haeckel 1887	74	0.96	145	2.75
98	<i>Lamprocyclus mantalis polylops</i> Niginni	41	0.53	72	1.24
99	<i>Lamprocyclus niginae</i> Caulet 1971	116	1.51	445	3.75
100	<i>Lamprocyclus quadripars</i> Haeckel 1887	65	0.85	195	3.07
101	<i>Lithanella dictyoceras</i> (Haeckel, 1887)	21	0.27	30	1.00
102	<i>Lithanella intransiens</i> Dumitca 1973	1	0.01	1	0.14
103	<i>Linosypris parkense</i> Riedel y Sanfilippo 1971	5	0.07	8	0.84
104	<i>Linosypris reticulata</i> (Ehrenberg, 1872)	35	0.46	57	1.42
105	<i>Lithanochium tentorium</i> Haeckel 1861	35	0.46	58	1.27
106	<i>Lithomeissa setosa</i> Jørgensen 1905	28	0.36	210	3.36
107	<i>Lithomeissa hystrix</i> Jørgensen 1905	33	0.43	137	3.67
108	<i>Lithomeissa telicaps</i> Jørgensen 1905	2	0.03	2	0.78
109	<i>Lithomeissa monoceras</i> Popofsky 1913	27	0.35	83	1.88
110	<i>Lithomeissa thoracites</i> Haeckel 1862	126	1.64	1172	12.12
111	<i>Lithopora bacca</i> Ehrenberg 1873	44	0.57	61	1.85
112	<i>Lithoporus of hexagonalis</i> Haeckel 1887	21	0.27	25	0.87
113	<i>Loophocorys polycantha</i> Popofsky, 1913	26	0.34	41	3.13
114	<i>Loophoraena cilindrica</i> (Cleve, 1899)	62	0.81	127	5.63
115	<i>Loophoraena cf. wittazi</i> Petrushevskaya, 1971	22	0.29	32	0.77
116	<i>Loophosypris chani</i> Goll 1980	2	0.03	2	0.22
117	<i>Loophosypris pentagona hyperborea</i> (Jørgensen, 1905)	12	0.16	15	0.57
118	<i>Loophosypris pentagona parvioris</i> (Ehrenberg, 1872)	27	0.35	51	1.32
119	<i>Loophosypris pentagona quadriforis</i> (Haeckel, 1887)	18	0.23	73	2.67
120	<i>Neosemantis disteplanus</i> (Haeckel, 1887)	4	0.05	5	0.46
121	<i>Neosemantis hoffertii</i> Goll 1980	3	0.04	4	0.59
122	<i>Pendium longispinum</i> Jørgensen 1905	63	0.82	142	3.04
123	<i>Pendium scinipes</i> Haeckel 1867	100	1.30	613	14.95
124	<i>Pharyngia aculeata</i> Haeckel 1887	13	0.16	25	1.19
125	<i>Pharmacanthe hystrix</i> Jørgensen 1900	21	0.27	41	1.45
126	<i>Phormosypris stabilis anitarsis</i> (Haecker, 1907)	5	0.07	7	1.24
127	<i>Phormosypris stabilis capoi</i> (Goll, 1976)	18	0.23	25	2.06
128	<i>Phormosypris stabilis scaphipes</i> (Goll, 1968)	86	1.12	223	2.33
129	<i>Phormosypris stabilis stabilis</i> (Goll, 1968)	62	0.81	122	1.88
130	<i>Phormostichoartus caribula</i> (Harting, 1863)	64	0.83	144	2.58
131	<i>Phormostichoartus sp. A</i>	114	1.49	704	5.79
132	<i>Phormostichoartus sp. B</i>	44	0.57	155	2.84
133	<i>Plagiocantha (?) panenicum</i> Dumitca 1973	4	0.05	4	0.71
134	<i>Plectocantha okiskos</i> Jørgensen 1905	55	0.72	221	8.55
135	<i>Plectocorynus dodecemma</i> Haeckel 1887	7	0.09	8	0.73
136	<i>Pseudocorynus opeus</i> (Haeckel, 1887)	5	0.07	9	1.04
137	<i>Pseudodictyocorynus gracilipes</i> (Bailey, 1856)	23	0.30	53	2.78
138	<i>Psihomeissa cf. calvata</i> Haeckel 1887	19	0.25	45	1.70
139	<i>Pterocanium bicorne</i> (Haeckel, 1887)	94	1.22	277	3.31
140	<i>Pterocanium cf. elegans</i> (Haeckel, 1887)	3	0.04	3	0.29
141	<i>Pterocanium praetextum eucoilon</i> (Ehrenberg, 1873)	3	0.04	5	0.88
142	<i>Pterocanium praetextum praetextum</i> (Ehrenberg, 1873)	76	0.99	208	1.89
143	<i>Pterocanium tricornis</i> (Haeckel, 1862)	97	1.26	285	2.73
144	<i>Pterocorys hertwigi</i> (Haeckel, 1887)	51	0.66	102	1.46
145	<i>Pterocorys killmari</i> (Renz, 1974)	78	0.99	146	1.68
146	<i>Pterocorys minythorax</i> Niginni 1968	122	1.59	876	7.00
147	<i>Pterocorys zancleus</i> Muller 1858	60	0.78	152	2.04
148	<i>Setihocorus (?) doylei</i> (Petrushevskaya, 1967)	3	0.04	3	0.27
149	<i>Setihocorus cf. pentastichus</i> (Haeckel, 1887)	5	0.07	7	0.91
150	<i>Setihocorus pentastichus</i> Haeckel 1887	16	0.21	18	0.76
151	<i>Sionocampe arachnea (gruod)</i> (Ehrenberg, 1872)	87	1.13	395	5.00
152	<i>Sionocampe lineata</i> (Ehrenberg, 1838)	136	1.77	1484	9.84
153	<i>Soyrocorys glyroclemens</i> Niginni 1977	1	0.01	1	0.12
154	<i>Soyrocorys sciaris</i> Haeckel 1887	4	0.05	5	0.57
155	<i>Stichocorys sussexensis</i> Niginni 1977	1	0.01	1	0.12
156	<i>Stichopillium bicorne</i> Haeckel 1887	63	0.82	109	1.75
157	<i>Theocotium trachelium trachelium</i> (Ehrenberg, 1872)	80	1.04	175	4.13
158	<i>Theocorys venens</i> Haeckel 1887	76	0.99	152	2.70
159	<i>Theopillium tricoctatum</i> (Haeckel, 1887)	32	0.42	54	1.68
160	<i>Trisulcus triscannathus</i> Popofsky 1913	22	0.29	50	1.18
161	<i>Verticillata neocannathus</i> Popofsky 1913	6	0.08	7	0.64
162	<i>Zigocorys productus</i> (Hertwigi, 1879)	58	0.73	242	29.90
	Moda =		0.03		2.78

Especies no consideradas en el análisis de factores

## ANEXO III

DEPRESION DE LA PAZ Núcleo Bap94-9T					
ID	Especie	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)	Abundancia absolutas	Abundancia realitva maxima
1	<i>Acrosphaera muraviana</i> (Haeckel, 1887)	33	0,52	49	0,83
2	<i>Acinosphaera acantophora</i> (Popofsky, 1912)	20	0,31	37	1,10
3	<i>Acinosphaera cristata</i> (Haeckel, 1887)	9	0,14	16	1,03
4	<i>Amphirodium vpsion</i> Haeckel 1887	36	0,57	52	1,29
5	<i>Amphitolis acantometra</i> Haeckel 1887	51	0,96	125	1,26
6	<i>Anomalacantha dentata</i> (Mast, 1910)	4	0,06	4	0,31
7	<i>Canosphaera cf. periana</i> Haeckel 1887	23	0,35	23	0,63
8	<i>Canosphaera coronata</i> Haeckel 1887	27	0,42	55	1,33
9	<i>Circodiscus microporus</i> (Stohr, 1880)	24	0,38	30	0,63
10	<i>Cladococcus stiaclites</i> Haeckel 1887	25	0,39	55	1,14
11	<i>Cvpasis irregularis</i> Nigrini 1968	9	0,14	14	0,47
12	<i>Diavmacyrtis tetrahalamus</i> (Haeckel, 1887)	59	0,93	153	1,89
13	<i>Drupactis irregularis</i> Popofsky 1913	19	0,29	804	7,95
14	<i>Drupactis vanabais</i> Dumitina 1973	90	1,41	837	6,08
15	<i>Dvctioeryne truncatum</i> (Ehrenberg, 1872)	18	0,28	20	0,45
16	<i>Actinomma delicatum</i> (Dogiel, 1952)	58	1,07	217	2,18
17	<i>Actinomma leptodermum</i> (Ehrenberg, 1860)	14	0,22	22	1,03
18	<i>Hexacantium sp.</i>	10	0,16	37	1,49
19	<i>Euchtonia cf. turcica</i> (Ehrenberg, 1872)	10	0,16	13	0,57
20	<i>Euchtonia cf. inangulum</i> Ehrenberg 1872	2	0,03	4	0,53
21	<i>Euchtonia elegans</i> (Ehrenberg, 1872)	34	0,53	44	0,83
22	<i>Euchtonia sp.</i>	19	0,30	25	0,63
23	<i>Heliodiscus asteriscus</i> Haeckel 1887	16	0,25	20	0,56
24	<i>Heliodiscus echiniscus</i> Haeckel 1887	27	0,42	45	1,14
25	<i>Heliosphaera radiata</i> Popofsky 1912	51	0,80	262	2,43
26	<i>Actinomma navis</i> Bjorklund 1976	51	0,80	116	1,60
27	<i>Hexacantium cf. heracith</i> (Haeckel, 1887)	4	0,06	5	0,40
28	<i>Hexacantium entacanthum</i> Jorgensen 1905	78	1,23	425	2,80
29	<i>Hexacantium leavignatum</i> Haeckel 1887	20	0,31	25	1,28
30	<i>Hexavie docacantha</i> (grupo) Haeckel 1887	67	1,05	181	1,58
31	<i>Hexastylus tricus</i> Haeckel 1887	53	0,83	102	1,50
32	<i>Hymenastrium eucidis</i> Haeckel 1887	19	0,30	22	0,59
33	<i>Larcopeia butschii</i> Dreyer 1889	91	1,43	448	3,16
34	<i>Larcopeia minor</i> (Jorgensen, 1905)	59	0,93	135	1,48
35	<i>Larcopeia quadrangula</i> Haeckel 1887	12	0,19	14	0,41
36	<i>Larcopeia sp.</i>	21	0,33	47	1,25
37	<i>Octavia stenozona</i> Haeckel 1887	72	0,03	37	0,41
38	<i>Phorticum pylonium</i> (grupo) Haeckel 1887	78	1,23	398	4,20
39	<i>Pviospyra sp.</i>	2	0,03	15	2,34
40	<i>Siphonospaera polyisporina</i> Haeckel 1887	4	0,06	6	0,77
41	<i>Siphonospaera streptacantha</i> Haeckel 1861	11	0,17	11	0,31
42	<i>Sphaerocolum punctatum</i> Muller 1858	17	0,27	37	1,40
43	<i>Sphaeraster tetras</i> Ehrenberg 1850	4	0,06	8	0,39
44	<i>Spongocoe puelia</i> Haeckel 1887	56	0,88	105	1,52
45	<i>Spongodiscus biconcavus</i> Haeckel 1887	34	0,53	50	0,92
46	<i>Spongodiscus glacialis</i> Popofsky, 1908	16	0,25	20	0,59
47	<i>Spongouva ellipsoides</i> Popofsky 1913	27	0,42	34	0,79
48	<i>Spongovie osculosa</i> Dreyer 1872	22	0,35	35	0,90
49	<i>Sponurus cf. elliptica</i> (Ehrenberg, 1872)	2	0,03	11	0,49
50	<i>Stylocactantium bispicuum</i> Popofsky 1918	49	0,77	78	1,15
51	<i>Stylociamydium asteriscus</i> Haeckel 1887	48	0,75	83	0,95
52	<i>Stylociamydium venustum</i> (Bailey, 1856)	20	0,31	29	0,72
53	<i>Stylocitrya aculeata</i> Jorgensen 1905	16	0,25	21	0,90
54	<i>Stylocitrya validispina</i> Jorgensen 1905	42	0,66	70	0,89
55	<i>Tetralyve octacantha</i> Muller 1958	93	1,46	1088	5,95
56	<i>Xiphactis cronosplute</i> (Haeckel, 1887)	4	0,06	6	0,55
57	<i>Acroboitissa orbosa</i> Popofsky, 1913	89	1,40	339	2,47
58	<i>Acroboitiss cf. discolena</i> Haeckel 1887	86	1,35	326	2,27
59	<i>Amphiplecta cyndrocephala</i> Dumitina 1973	70	1,10	171	1,97
60	<i>Anticardium obhrensia</i> (Ehrenberg, 1872)	49	0,77	95	1,58
61	<i>Anticardium circulebancum</i> Ehrenberg 1873	51	0,80	142	2,32
62	<i>Arachnocorys umbellifera</i> Haeckel 1861	4	0,06	4	0,28
63	<i>Artobotrys cf. borealis</i>	14	0,22	28	1,58
64	<i>Artostrobus annulatus</i> (Bailey, 1856)	66	1,04	155	1,47
65	<i>Artostrobus cf. argenteus</i>	2	0,03	3	0,38
66	<i>Bairvocyrtis acutum</i> (Harting, 1863)	85	1,02	173	1,90
67	<i>Bairvocyrtis auritus</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	67	1,05	199	2,89
68	<i>Calicydas monumentum</i> Haeckel 1887	35	0,55	52	0,86
69	<i>Callamira caralote</i> Haeckel 1887	16	0,25	17	0,41
70	<i>Callamira saronae</i> Goll 1979	23	0,36	41	1,40
71	<i>Callithocorys muravii</i> Haeckel 1887	8	0,13	15	0,62
72	<i>Carpoacanthium papillosum</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	12	0,19	18	0,76
73	<i>Carpoacanthium sp.</i>	36	0,57	59	0,85
74	<i>Centrobrotis leucophtyle</i> Nigrini 1965	3	0,05	3	0,28
75	<i>Cladocesium cf. incoipum</i> (Haeckel, 1887)	75	1,18	212	1,89
76	<i>Clathrocyclas cf. semialis</i> Haeckel 1887	3	0,05	3	0,23
77	<i>Comuteila profunda</i> Ehrenberg 1859	93	1,46	373	2,60
78	<i>Eucecrvianus cervus</i> (Haeckel, 1887)	82	1,29	264	2,44
79	<i>Coronaster Arthropop</i> Popofsky 1908	26	0,41	53	1,53
80	<i>Cycloagthora divarsata</i> Ehrenberg 1872	94	1,49	881	5,31
81	<i>Cyrtocera laguncula</i> Haeckel 1887	4	0,06	6	0,53
82	<i>Dendrospiris cf. binapteronis</i> Goll 1980	23	0,36	36	0,94
83	<i>Dictyoacanthium crissae</i> Ehrenberg 1854	7	0,11	11	0,78

## ANEXO III (Continuación)

84	<i>Dichyophimus infabricatus</i> Nigmi 1966	37	0.58	49	1.14
85	<i>Dichyophimus pleivocphalus</i> Haeckel 1881	18	0.28	33	0.77
86	<i>Erneaphormus rotula</i> Haeckel 1887	7	0.11	8	0.20
93	<i>Eucyrtidium acutum</i> (Ehrenberg, 1844)	2	0.03	3	0.38
88	<i>Eucyrtidium anatum</i> Haeckel 1852	19	0.30	25	0.63
89	<i>Eucyrtidium hexagonatum</i> Haeckel 1887	93	1.46	549	4.49
90	<i>Eucyrtidium hexastichus</i> (Haeckel, 1887)	76	1.24	225	3.37
91	<i>Eucyrtidium infundibulum</i> (Haeckel, 1887)	82	1.25	304	2.90
92	<i>Giraffospyris angulata</i> (Haeckel, 1881)	74	1.15	212	2.08
93	<i>Helatolius rusticus</i> Jørgensen 1905	70	1.10	187	1.80
94	<i>Lamprocyclus mantalis mantalis</i> Haeckel 1867	37	0.56	57	0.83
95	<i>Lamprocyclus mantalis polypora</i> Nigmi	16	0.25	24	0.56
96	<i>Lamprocyrtis niginae</i> Cauel 1971	93	1.46	455	2.84
97	<i>Lamprocyrtis quadricuspis</i> Haeckel 1887	83	1.30	264	2.08
98	<i>Lampromitra parabolica</i> Popofsky 1913	13	0.20	18	0.77
99	<i>Lipmanella clypeoceras</i> (Haeckel, 1887)	34	0.52	62	0.64
100	<i>Lipmanella sp.</i>	33	0.52	58	1.16
101	<i>Lipmanella inbranchia</i> Dumitrica 1973	13	0.20	15	0.53
102	<i>Linospyris parkerae</i> Riedel y Sanfilippo 1971	75	1.18	222	2.53
103	<i>Linospyris reticulata</i> (Ehrenberg, 1872)	37	0.56	79	1.48
104	<i>Litharachnium tentorium</i> Haeckel 1861	72	1.13	203	1.52
105	<i>Lithomelissa cf. galatae</i> (Ehrenberg, 1872)	15	0.24	33	1.20
106	<i>Lithomelissa hystrix</i> Jørgensen 1905	49	0.77	102	1.65
107	<i>Lithomelissa laticeps</i> Jørgensen 1905	16	0.25	28	1.27
108	<i>Lithomelissa monoceras</i> Popofsky 1913	43	0.68	87	1.89
109	<i>Lithomelissa setosa</i> Jørgensen 1905	15	0.24	56	1.68
110	<i>Lithomelissa thraclites</i> Haeckel 1862	93	1.46	617	3.96
111	<i>Lithostichus cf. hexagonus</i> Haeckel 1867	64	0.85	111	1.79
112	<i>Lophocorys polycantha</i> Popofsky 1913	36	0.57	51	0.91
113	<i>Lophophæna cilindrica</i> (Cleve, 1899)	87	1.37	382	3.10
114	<i>Lophophænomia cf. wijazi</i> Petrushevskaya, 1971	35	0.55	54	1.13
115	<i>Lophospyris cheni</i> Goll 1980	3	0.05	3	0.23
116	<i>Lophospyris pentagona hyperborea</i> (Jørgensen, 1905)	71	1.08	184	1.66
117	<i>Lophospyris pentagona peninsularis</i> (Ehrenberg, 1872)	80	1.25	239	2.29
118	<i>Neosemanitis distephanus</i> (Haeckel, 1887)	27	0.42	35	0.77
119	<i>Neosemanitis hofferi</i> Goll 1980	35	0.55	65	1.44
120	<i>Pendium longispinum</i> Jørgensen 1905	77	1.21	199	2.16
121	<i>Pendium spiripes</i> Haeckel 1887	94	1.48	2088	11.01
122	<i>Pharmacarina hystrix</i> Jørgensen 1900	28	0.44	54	1.27
123	<i>Phormospyris stabilis stabilis</i> (Haeckel, 1867)	84	0.05	82	0.38
124	<i>Phormospyris stabilis caspi</i> (Goll, 1976)	3	0.94	108	1.45
125	<i>Phormospyris stabilis scabripes</i> (Goll, 1968)	93	1.46	455	2.91
126	<i>Phormospyris stabilis stabilis</i> (Goll, 1968)	76	1.19	205	2.01
127	<i>Phormostichoartus corbulis</i> (Haring, 1863)	7	0.11	9	0.49
128	<i>Phormostichoartus sp. A</i>	54	0.85	296	4.73
129	<i>Phormostichoartus sp. B</i>	23	0.36	62	1.12
130	<i>Pisgacantha (?) panancum</i> Dumitrica 1973	45	0.71	83	2.00
131	<i>Plectacantha okiskis</i> Jørgensen 1905	94	1.48	2274	15.41
132	<i>Pseudocubus obeliscus</i> Haeckel 1887	62	0.97	274	3.52
133	<i>Pseudodichyophimus gracilipes</i> (Bailey, 1856)	61	0.96	184	2.47
134	<i>Psilomelissa cf. calvata</i> Haeckel 1887	37	0.56	124	2.11
135	<i>Pterocanium bicorne</i> (Haeckel, 1887)	61	1.38	298	2.89
136	<i>Pterocanium cf. elegans</i> (Haeckel, 1887)	18	0.19	15	0.56
137	<i>Pterocanium praeilexum praeilexum</i> (Ehrenberg, 1873)	26	0.41	45	0.84
138	<i>Pterocanium triobum</i> (Haeckel, 1862)	43	0.68	77	1.00
139	<i>Pterocorys hertwigii</i> (Haeckel, 1887)	8	0.13	5	0.50
140	<i>Pterocorys killmani</i> (Renz, 1974)	27	0.42	46	0.89
141	<i>Pterocorys mynthorae</i> Nigmi 1966	61	0.96	106	1.39
142	<i>Pterocorys zandae</i> Muler 1858	75	1.18	238	2.40
143	<i>Sethocorys (?) dogana</i> (Petrushevskaya, 1967)	4	0.06	4	0.26
144	<i>Sethoformis aurata</i> (Haeckel, 1879)	3	0.05	4	0.47
145	<i>Sethoformis cf. pentatactis</i> (Haeckel, 1887)	9	0.14	10	0.38
146	<i>Sethoformis pentatactis</i> Haeckel 1887	23	0.36	28	0.60
147	<i>Siphocampe arcinea</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	7	0.11	5	0.52
148	<i>Siphocampe sp.</i>	3	0.05	4	0.45
149	<i>Siphocampe lineata</i> (Ehrenberg, 1838)	41	0.64	62	0.76
150	<i>Spyrocyrtis gyrocalearis</i> Nigmi 1977	14	0.22	19	0.55
151	<i>Spyrocyrtis scalans</i> Haeckel 1887	60	0.94	131	1.85
152	<i>Sparocorys subcalearis</i> Nigmi 1977	4	0.06	9	0.47
153	<i>Stichocanium bicorne</i> Haeckel 1887	63	0.99	116	1.44
154	<i>Theocorys venensis</i> Haeckel 1887	78	1.23	186	1.71
155	<i>Theopium tricoatatum</i> (Haeckel, 1887)	90	1.41	438	3.19
156	<i>Tholospyris cf. devesa devesa</i> Goll 1972	8	0.13	5	0.48
157	<i>Tholospyris cf. rimbui</i> Goll 1972	2	0.03	5	0.82
158	<i>Trisulcus tricarminatus</i> Popofsky 1913	77	1.21	314	3.54
159	<i>Verticillata heiseanina</i> Popofsky 1913	27	0.42	32	0.93
160	<i>Zoocorys productus</i> (Hertwig, 1879)	74	1.16	205	2.01
	Moda *		0.06		0.47

\* Especies no consideradas en el análisis de factores

## EL CARMEN Núcleo Bap94-EI-NC

ID	Especie	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)	Abundancias absolutas	Abundancia relativa máxima
1	<i>Acrosphaera murrayana</i> (Haeckel, 1887)	12	0.19	12	1.37
2	<i>Actinomma delicatum</i> (Dogiel, 1952)	71	1.11	201	2.19
3	<i>Actinosphaera acantophora</i> (Popofsky, 1912)	2	0.03	8	1.28
3	<i>Actinosphaera cristata</i> (Haeckel, 1887)	5	0.08	6	0.67
5	<i>Amphirostrum vasion</i> Haeckel 1887	27	0.42	39	1.37
7	<i>Amphirostrum acanthometra</i> Haeckel 1887	37	0.58	71	1.91
7	<i>Cerosphaera cf. perforata</i> Haeckel 1887	7	0.11	8	0.51
8	<i>Circodiscus microporus</i> (Stohr, 1880)	8	0.12	8	0.29
9	<i>Cladococcus stiaclactes</i> Haeckel 1887	36	0.56	81	1.61
10	<i>Cypasis irregularis</i> Nignni 1968	26	0.41	38	1.01
11	<i>Diclymanella tetrastrum</i> (Haeckel, 1887)	49	0.76	91	2.74
12	<i>Drupattractus irregularis</i> Popofsky 1913	108	1.69	814	7.12
13	<i>Drupattractus vanabris</i> Dumitca 1973	87	1.36	446	4.87
14	<i>Dyctiocoryne truncatum</i> (Ehrenberg, 1872)	3	0.05	5	0.53
15	<i>Euchtonia cf. furcata</i> (Ehrenberg, 1872)	7	0.11	9	0.48
16	<i>Euchtonia cf. triangulum</i> Ehrenberg 1872	3	0.05	3	0.48
17	<i>Euchtonia elegans</i> (Ehrenberg, 1872)	32	0.50	38	0.91
18	<i>Euchtonia sp.</i>	8	0.12	11	0.85
19	<i>Heliodiscus asteriscus</i> Haeckel 1887	7	0.11	12	0.76
20	<i>Heliodiscus echiniscus</i> Haeckel 1887	21	0.33	30	0.95
21	<i>Heliosphaera radiata</i> Popofsky 1912	66	1.03	155	2.31
22	<i>Anomalacantha denialia</i> (Mast, 1910)	78	1.22	172	1.81
23	<i>Hexacantium armatum</i> (Lagoo)	42	0.75	118	1.98
24	<i>Hexacantium navicantium</i> Jørgensen 1905	94	1.47	458	3.48
25	<i>Actinomma navis</i> Björklund 1976	35	0.55	55	1.72
26	<i>Hexacantium leavignatum</i> Haeckel 1887	33	0.51	45	0.78
27	<i>Hexapyle dodecantha</i> (grupo) Haeckel 1887	56	0.87	80	1.47
28	<i>Hexastivus triaxonus</i> Haeckel 1887	40	0.62	82	1.60
29	<i>Hymenastrium eucida</i> Haeckel 1887	5	0.08	7	0.64
30	<i>Larceopsis butschlii</i> Dreyer 1889	96	1.50	423	4.11
31	<i>Larceopsis minor</i> (Jørgensen, 1905)	44	0.69	74	1.65
32	<i>Larceopsis sp.</i>	53	0.83	116	2.19
33	<i>Lithelius sp.</i>	1	0.02	5	1.15
34	<i>Photicum pivonium</i> (grupo) Haeckel 1887	42	0.66	84	1.68
35	<i>Risopneura borealis</i> (Cleve, 1899)	67	1.05	157	2.69
36	<i>Seliodiscus macrococcus</i> Haeckel 1887	6	0.09	6	0.59
37	<i>Siphonospaera streptacantha</i> Haeckel 1861	60	0.94	127	2.73
38	<i>Sphaerotozum punctatum</i> Müller 1858	3	0.05	5	1.27
39	<i>Spongaster tetras</i> Ehrenberg 1860	4	0.06	4	0.34
40	<i>Spongocore puella</i> Haeckel 1887	52	0.81	87	1.50
41	<i>Spongodiscus bronchialis</i> Haeckel 1887	44	0.69	69	1.56
42	<i>Spongodiscus glacialis</i> Popofsky, 1908	42	0.66	65	1.75
43	<i>Spongopyle osculosa</i> Dreyer 1872	22	0.34	37	1.37
44	<i>Spongurus cf. elliptica</i> (Ehrenberg, 1872)	11	0.17	18	0.78
45	<i>Stylocantium bispiculum</i> Popofsky 1918	33	0.51	49	1.28
46	<i>Stylocantium astensius</i> Haeckel 1887	60	0.94	118	2.09
47	<i>Stylocantium venustum</i> (Bailey, 1856)	63	0.98	111	1.81
48	<i>Stylocytha aculeata</i> Jørgensen 1905	8	0.12	11	0.62
49	<i>Stylocytha validispina</i> Jørgensen 1905	15	0.23	17	0.82
50	<i>Tetralipye octacantha</i> Müller 1858	102	1.59	574	5.38
51	<i>Xiphactraeus cronosplute</i> (Haeckel, 1887)	6	0.09	6	0.29
52	<i>Acrobotissa caribosa</i> Popofsky, 1913	103	1.61	391	3.65
53	<i>Acrobotis cf. dissimilis</i> Haeckel 1887	88	1.37	275	3.03
54	<i>Amphiglecta cylindrocephala</i> Dumitca 1973	68	1.06	105	1.82
55	<i>Anthocididium ophiensis</i> (Ehrenberg, 1872)	30	0.47	48	1.12
56	<i>Anthocididium zaquebaricum</i> Ehrenberg 1873	40	0.62	81	1.60
57	<i>Arachnocorys umbellifera</i> Haeckel 1861	18	0.25	23	1.26
58	<i>Arrobotis cf. borealis</i>	44	0.69	99	2.39
59	<i>Artostrotus annulatus</i> (Bailey, 1856)	76	1.19	133	1.47
60	<i>Artostrotus cf. jørgenseni</i>	3	0.05	4	0.43
61	<i>Botryocytis scutum</i> (Harting, 1863)	28	0.44	31	0.94
62	<i>Botryostrotus aquilonaris</i> (Bailey, 1856)	11	0.17	16	0.80
63	<i>Botryostrotus auritus-australis</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	67	1.05	155	2.17
64	<i>Botryocytis sp.</i>	73	1.14	314	3.21
65	<i>Callammina carinata</i> Haeckel 1887	21	0.33	33	0.95
66	<i>Callammina striata</i> Goll 1979	10	0.16	12	0.81
67	<i>Calothocorys murrayi</i> Haeckel 1887	12	0.19	14	0.53
68	<i>Calocydias monumentum</i> Haeckel 1887	11	0.17	11	0.93
69	<i>Carocantistrum papillosum</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	8	0.12	8	0.50
70	<i>Carocantistrum sp.</i>	11	0.17	13	0.53
71	<i>Cladocentrum cf. incubum</i> (Haeckel, 1887)	11	0.17	13	1.50
72	<i>Clathrocorys murrayi</i> Haeckel 1887	40	0.62	74	1.60
73	<i>Clathrocorys streptus</i> Haeckel 1887	3	0.05	6	0.96
74	<i>Cornutella profunda</i> Ehrenberg 1859	77	1.20	149	1.90
75	<i>Corcalyptra kruegeri</i> Popofsky 1908	57	0.89	89	1.38
76	<i>Cycladophora davisi</i> Ehrenberg 1872	100	1.56	556	5.71
77	<i>Dendrosiphys cf. binapteronis</i> Goll 1980	27	0.42	171	21.88
78	<i>Diclyophimus crasse</i> Ehrenberg 1854	4	0.06	4	0.29
79	<i>Diclyophimus infabentulus</i> Nignni 1968	18	0.28	22	0.82
80	<i>Diclyophimus sp.</i>	46	0.72	301	6.00
81	<i>Diclyophimus platycephalus</i> Haeckel 1881	30	0.47	56	2.25
82	<i>Eucecrophalus cervus</i> (Haeckel, 1887)	40	0.62	70	2.30
83	<i>Eucyrtidium acuminatum</i> (Ehrenberg, 1844)	3	0.05	4	0.64

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

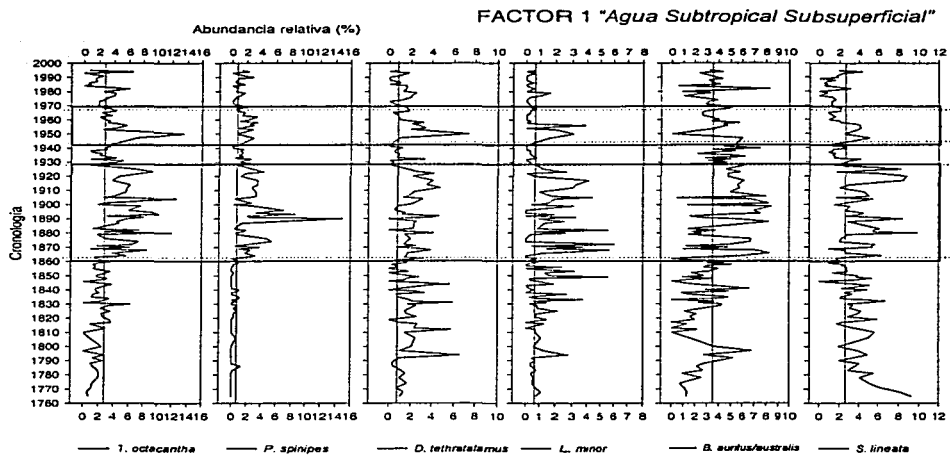
## ANEXO IV (Continuación)

84	<i>Eucyrtidium anomalum</i> Haeckel 1862	14	0,22	19	0,68
85	<i>Eucyrtidium hexagonatum</i> Haeckel 1887	103	1,61	596	4,11
86	<i>Eucyrtidium hexastichum</i> (Haeckel, 1887)	79	1,23	215	2,69
87	<i>Eucyrtidium minusculum</i> (Haeckel, 1887)	78	1,22	267	2,81
88	<i>Giraffosyrinx angulata</i> (Haeckel, 1881)	66	1,03	149	3,74
89	<i>Heliotholus hirsuticosa</i> Jørgensen 1905	68	1,06	160	1,71
90	<i>Lamprocyrtis mentalis</i> Haeckel 1887	23	0,36	33	0,97
91	<i>Lamprocyrtis niginnae</i> Cauiei 1971	84	1,31	277	3,55
92	<i>Lamprocyrtis quadrangulosa</i> Haeckel 1887	91	1,42	275	3,43
93	<i>Lamprocyrtis parabolica</i> Popofsky 1913	25	0,39	32	0,73
94	<i>Lipmanella dictyoceras</i> (Haeckel, 1887)	45	0,70	75	1,12
95	<i>Lipmanella</i> sp	5	0,08	10	1,28
96	<i>Lipmanella tribranchia</i> Dumitrica 1973	12	0,19	15	0,88
97	<i>Linosyrtis parkeræ</i> Riedel v Sanfilippo 1971	57	0,89	104	4,67
98	<i>Linosyrtis reticulata</i> (Ehrenberg, 1872)	26	0,41	50	1,86
99	<i>Lithocentrum tenellum</i> Haeckel 1861	34	1,15	144	3,64
100	<i>Lithomeissa hystrix</i> Jørgensen 1905	92	1,44	458	5,96
101	<i>Lithomeissa monoceras</i> Popofsky 1913	13	0,20	13	0,45
102	<i>Lithomeissa setosa</i> Jørgensen 1905	97	1,51	591	5,95
103	<i>Lithomeissa thoracites</i> Haeckel 1862	93	1,45	390	5,07
104	<i>Lithostrobilus cf. hexagonalis</i> Haeckel 1887	26	0,41	39	1,82
105	<i>Lithomeissa cf. galata</i> (Ehrenberg, 1872)	13	0,20	31	2,02
106	<i>Lithomeissa laticornis</i> Jørgensen 1905	27	0,42	42	1,87
107	<i>Lophocorys polycantha</i> Popofsky 1913	54	0,84	80	1,06
108	<i>Lophophæna cindrica</i> (Cleve, 1899)	74	1,15	163	2,06
109	<i>Lophophænum cf. wiljazi</i> Petrushevskaya, 1971	36	0,56	55	1,33
110	<i>Lophosyrinx pentagona hyperoorea</i> (Jørgensen, 1905)	37	0,58	94	0,94
111	<i>Lophosyrinx pentagona pentagona</i> (Ehrenberg, 1872)	61	0,95	123	1,48
112	<i>Neosemantis disticharius</i> (Haeckel, 1887)	59	0,92	99	1,51
113	<i>Neosemantis hoffertii</i> Goll 1980	47	0,73	67	1,71
114	<i>Peridium longispinum</i> Jørgensen 1905	62	0,97	118	1,47
115	<i>Peridium spinipes</i> Haeckel 1887	106	1,65	904	7,12
116	<i>Phormacantha hystrix</i> Jørgensen 1900	32	0,50	51	0,93
117	<i>Phormosyrinx stabilis capri</i> (Goll, 1976)	46	0,72	64	1,24
118	<i>Phormosyrinx stabilis scaphipes</i> (Goll, 1968)	96	1,50	319	2,69
119	<i>Phormosyrinx stabilis stabilis</i> (Goll, 1968)	61	0,95	107	1,82
120	<i>Phormosichoartus corbula</i> (Harting, 1863)	13	0,20	19	0,96
121	<i>Phormosichoartus</i> sp A	90	1,40	408	5,13
122	<i>Phormosichoartus</i> sp B	27	0,42	42	1,76
123	<i>Pilaganantha (?) bananum</i> Dumitrica 1973	85	1,33	226	3,86
124	<i>Plectacantha arkisoka</i> Jørgensen 1905	106	1,69	2090	13,08
125	<i>Pseudocubus obeliscus</i> Haeckel 1887	107	1,67	1270	10,91
126	<i>Pseudodictyonimus gracilipes</i> (Bailey, 1856)	71	1,11	186	2,95
127	<i>Psilomeissa</i> sp	3	0,05	8	0,80
128	<i>Psilomeissa cf. calvata</i> Haeckel 1887	32	0,50	62	1,82
129	<i>Pterocanium bicorne</i> (Haeckel, 1887)	77	1,20	171	2,47
130	<i>Pterocanium cf. elegans</i> (Haeckel, 1887)	11	0,17	14	1,82
131	<i>Pterocanium trilocum</i> (Haeckel, 1862)	27	0,42	35	1,18
132	<i>Pterocorys killman</i> (Renz, 1974)	38	0,59	50	1,37
133	<i>Pterocorys minythora</i> Nignni 1968	30	0,47	44	1,09
134	<i>Pterocorys zandicus</i> Muller 1958	37	0,58	57	1,10
135	<i>Sethophormis aurelia</i> (Haeckel, 1879)	4	0,06	4	0,42
136	<i>Sethophormis cf. pentilactis</i> (Haeckel, 1887)	11	0,17	11	0,48
137	<i>Sethophormis pentilactis</i> Haeckel 1887	6	0,09	6	0,56
138	<i>Siphocampe arachnea</i> (grupo) (Ehrenberg, 1872)	7	0,11	7	0,48
139	<i>Siphocampe lineata</i> (Ehrenberg, 1838)	19	0,30	25	0,91
140	<i>Spyrocyrtis gyrosularis</i> Nignni 1977	4	0,06	15	1,29
141	<i>Spyrocyrtis scalaris</i> Haeckel 1887	56	0,87	117	1,96
142	<i>Spyrocyrtis subsalsaria</i> Nignni 1977	26	0,41	44	1,59
143	<i>Stichophilum bicorne</i> Haeckel 1887	53	0,83	83	1,45
144	<i>Theocorys veneris</i> Haeckel 1887	69	1,08	125	1,91
145	<i>Theophilum tricostatum</i> (Haeckel, 1887)	82	1,28	271	2,55
146	<i>Trisulcus cf. testudus</i> Petrushevskaya 1971	89	1,39	644	7,27
147	<i>Trisulcus incarninalthus</i> Popofsky 1913	69	1,09	278	2,87
148	<i>Verticillata hexacantha</i> Popofsky 1913	14	0,22	17	0,72
149	<i>Zigoercus productus</i> (Herwig, 1879)	68	1,06	126	4,11
	Modo =		0,05		1,37

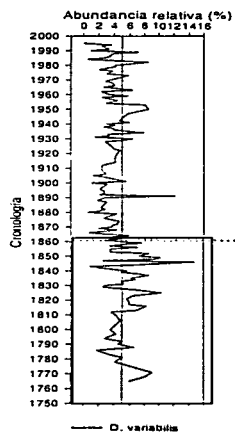
Especies no consideradas en el análisis de factores

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

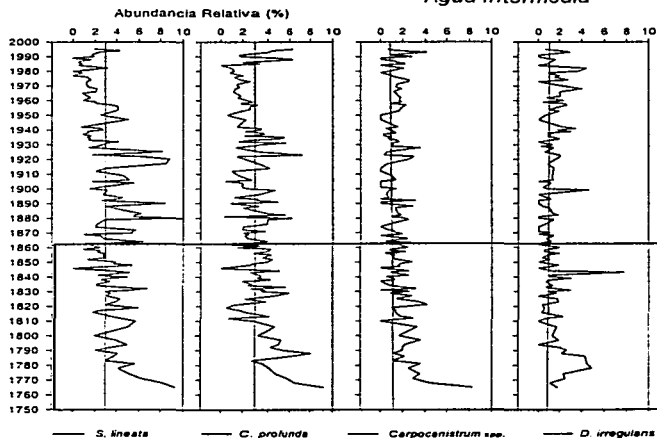
# ANEXO V



**"Agua Subártica"**



**"Agua Intermedia"**



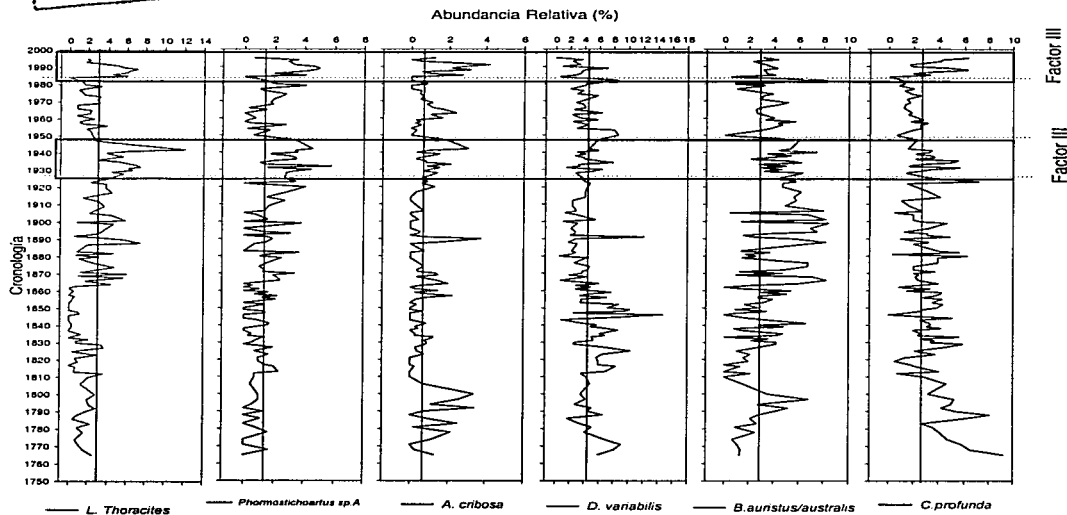
Distribución de la Abundancia relativa (%) de las especies afines a cada factor en la Cuenca San Lázaro

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

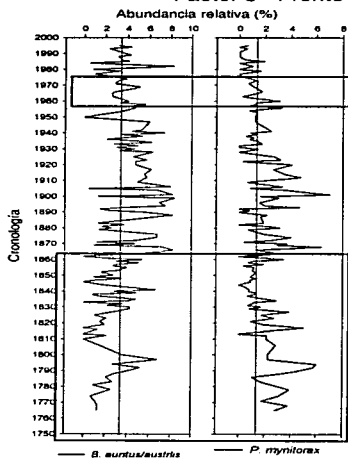
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO V (continuación)

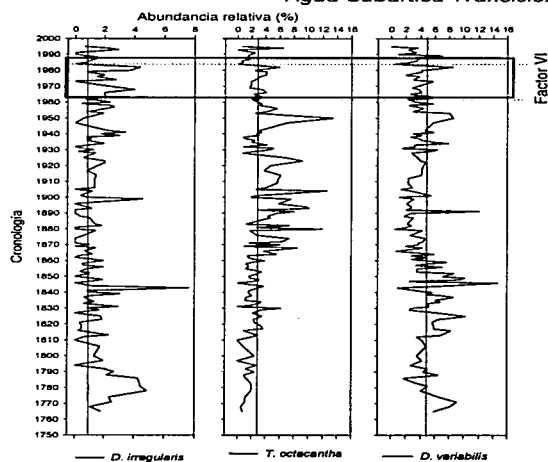
"Agua Ecuatorial"



Factor 5 "Frente"

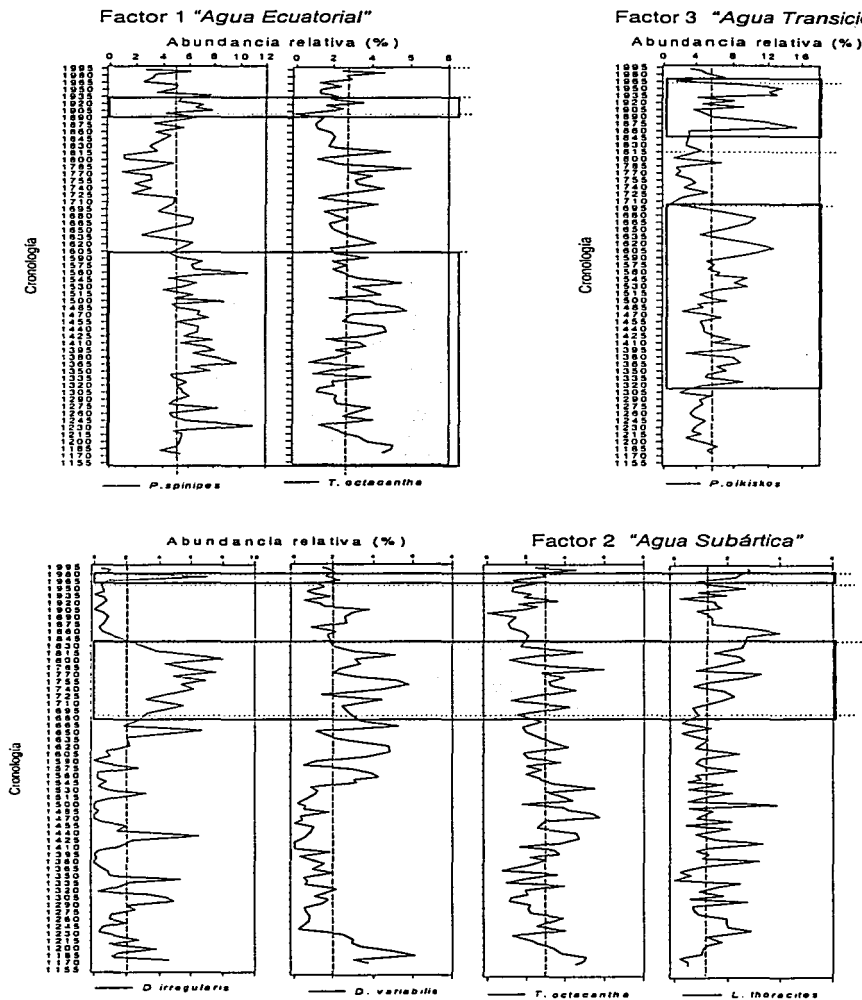


"Agua Subártica Transicional"





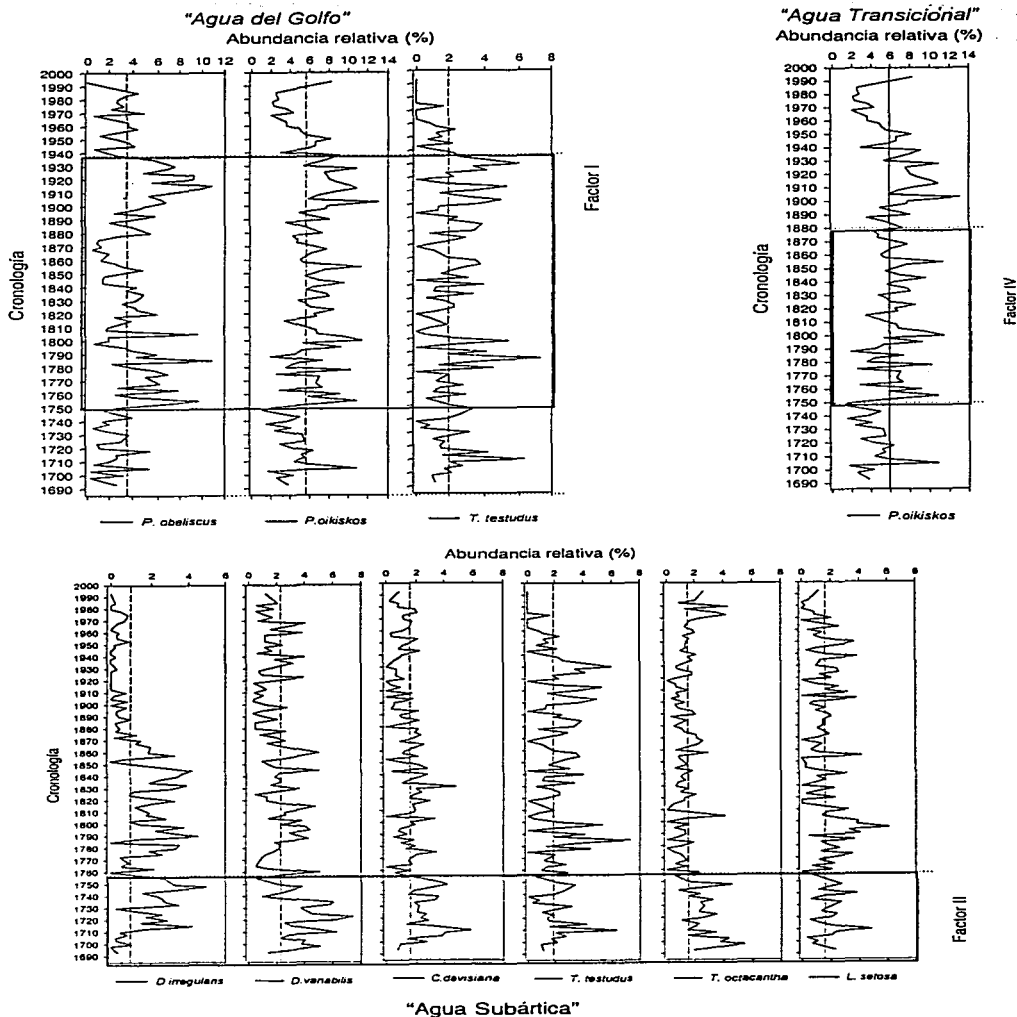
## ANEXO VI



Distribución de la Abundancia relativa (%) de las especies afines a cada factor en la Depresión de la Paz.

**TESIS CON  
 Hoja de ORIGEN**

## ANEXO VII

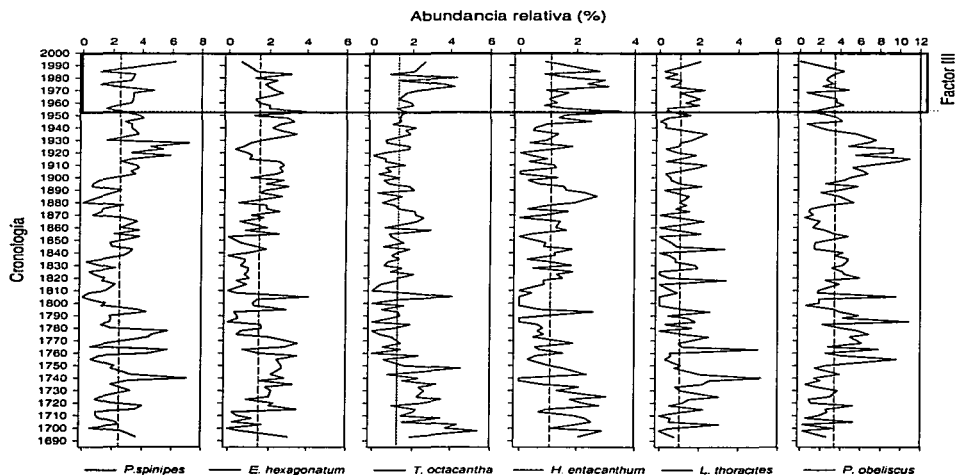


**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Distribución de la Abundancia relativa (%) de las especies afines a cada factor en El Carmen.

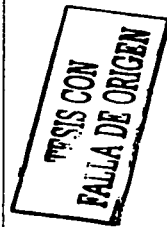
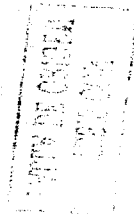
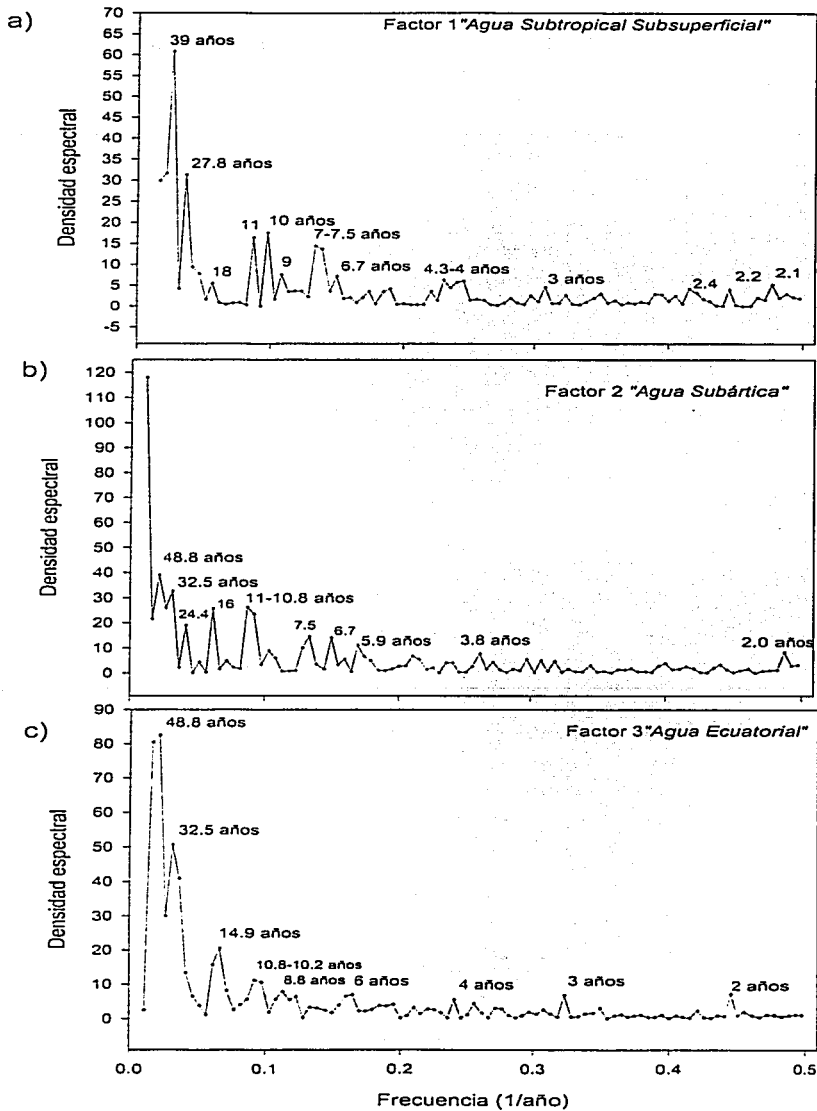
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO VII (continuación)



"Agua Ecuatorial"

## Anexo VIII



# Anexo VIII (Continuación)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

